

Астрономический календарь

ВСЕСОЮЗНОЕ АСТРОНОМО-ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

Выпуск восемьдесят третий

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

ЕЖЕГОДНИК

ПЕРЕМЕННАЯ ЧАСТЬ

1980

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:
П. И. БАКУЛИН (ответственный редактор), А. В. БУГАЕВСКИЙ,
М. М. ДАГАЕВ (зам. ответственного редактора), Ю. Н. ЕФРЕМОВ,
С. Г. КУЛАГИН, Н. Б. ПЕРОВА, В. В. РАДЗИЕВСКИЙ



МОСКВА «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
1979

22.6
А 91
УДК 521 (058)

Основан в 1895 г. Нижегородским кружком любителей физики и астрономии

А $\frac{20601-118}{053(02)\text{-}79}$ 196-79 1705000000

1980

63—64 год Великой Октябрьской социалистической революции

Начало тропического года январь 1, $4^{ч}32^{м}$ всемирного времени

Начало времен года

весна ... 20 марта $11^{ч}10^{м}$ осень ... 22 сентября $21^{ч}09^{м}$
лето ... 21 июня $5^{ч}47^{м}$ зима ... 21 декабря $16^{ч}56^{м}$

Земля в перигелии ... 3 января $14^{ч}38^{м}$
Земля в афелии ... 5 июля $17^{ч}06^{м}$

ТАБЕЛЬ-КАЛЕНДАРЬ

	Январь	Февраль	Март	Апрель
Пн.	7 14 21 28	4 11 18 25	3 10 17 24 31	7 14 21 28
Вт.	**1** 8 15 22 29	5 12 19 26	4 11 18 25	1 8 15 22 29
Ср.	2 9 16 23 30	6 13 20 27	5 12 19 26	2 9 16 23 30
Чт.	3 10 17 24 31	7 14 21 28	6 13 20 27	3 10 17 24
Пт.	4 11 18 25	1 8 15 22 29	7 14 21 28	4 11 18 25
Сб.	5 12 19 26	2 9 16 23	1 **8** 15 22 29	5 12 19 26
Вс.	**6 13 20 27**	**3 10 17 24**	**2 9 16 23 30**	**6 13 20 27**

	Май	Июнь	Июль	Август
Пн.	5 12 19 26	2 9 16 23 30	7 14 21 28	4 11 18 25
Вт.	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26
Ср.	7 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27
Чт.	**1** 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31	7 14 21 28
Пт.	**2 9** 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25	1 8 15 22 29
Сб.	3 10 17 24 31	7 14 21 28	5 12 19 26	2 9 16 23 30
Вс.	**4 11 18 25**	**1 8 15 22 29**	**6 13 20 27**	**3 10 17 24 31**

	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Пн.	1 8 15 22 29	6 13 20 27	3 10 17 24	1 8 15 22 29
Вт.	2 9 16 23 30	**7** 14 21 28	4 11 18 25	2 9 16 23 30
Ср.	3 10 17 24	1 8 15 22 29	5 12 19 26	3 10 17 24 31
Чт.	4 11 18 25	2 9 16 23 30	6 13 20 27	4 11 18 25
Пт.	5 12 19 26	3 10 17 24 31	**7** 14 21 28	5 12 19 26
Сб.	6 13 20 27	4 11 18 25	1 **8** 15 22 29	6 13 20 27
Вс.	**7 14 21 28**	**5 12 19 26**	**2 9 16 23 30**	**7 14 21 28**

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКЦИИ

Эфемеридный отдел Астрономического Календаря на 1980 г. составили: П. И. Бакулин (Московское отделение ВАГО) — объяснение к эфемеридам и к вычислению координат звезд; С. Г. Кулагин и Л. Д. Ковбасюк (Горьковское отделение ВАГО) — эфемериды Солнца и Луны; М. М. Дагаев (Московское отделение ВАГО) — планеты (текст, карты видимых путей планет), солнечные и лунные затмения, физические координаты Солнца, Луны, Марса, Юпитера и Сатурна, спутники Юпитера; Л. И. Румянцева (Ленинградское отделение ВАГО) — обстоятельства солнечного затмения 16 февраля 1980 г. (таблица); В. С. Лазаревский (Горьковское отделение ВАГО) — планеты (эфемериды, продолжительность видимости ярких планет и гелиоцентрические долготы); О. М. Громова (Ленинградское отделение ВАГО) — покрытия звезд и планет Луной; К. И. Чурюмов (Киевское отделение ВАГО) — кометы; Н. В. Ашкова (Ленинградское отделение ВАГО) — малые планеты; Н. Б. Перова (Московское отделение ВАГО) — переменные звезды; Е. Г. Демидович (Горьковское отделение ВАГО) — к наблюдениям Полярной.

Большинство эфемерид вычислено на основании данных Астрономического Ежегодника СССР на 1980 г.

В отделе «Приложения» помещены две статьи Р. С. Гневышевой, статьи В. А. Бронштэна, К. И. Чурюмова, Л. А. Ведешина, В. В. Арсентьева и Ю. И. Ефремова, К. А. Порцевского, В. М. Чаругина, К. А. Куликова, А. Н. Подъяпольского, М. М. Шемякина, Г. В. Шуваева,

посвященные различным вопросам астрономии. Статья о памятных датах астрономии в 1980 г. написана А. И. Еремеевой.

Заканчивается второй отдел библиографией, составленной Н. Б. Лавровой.

Редакционная коллегия благодарит всех, принявших участие в подготовке материалов для Календаря, и будет признательна за все критические замечания и пожелания читателей, направленные к улучшению следующих выпусков.

Письма просим направлять по адресу: индекс 103009, Москва, К-9, Абонементный ящик 918, Редакции Астрономического Календаря.

ОТДЕЛ ПЕРВЫЙ
ЭФЕМЕРИДЫ

ОБЪЯСНЕНИЯ К ЭФЕМЕРИДАМ

О счете времени

В таблицах Календаря моменты большинства явлений указаны по всемирному времени T_0.

Для перехода от всемирного времени T_0 к другим системам счета, или от одной системы к другой, служат следующие формулы (см. Постоянную часть А. К., изд. 6-е, М.: Наука, 1973, гл. I, § 4 и 5):

$$T = T_0 + \lambda,$$
$$T_п = T_0 + N^ч,$$
$$T_д = T_0 + N^ч + 1^ч,$$
$$T_{эф} = T_0 + \Delta T,$$
$$s = S_0 + T + 9^с{,}86\,(T - \lambda).$$

В этих формулах: T — местное среднее солнечное время, $T_п$ — поясное время, $T_д$ — декретное время, $T_{эф}$ — эфемеридное время, s — местное звездное время, λ — географическая долгота пункта наблюдения, выраженная в часовой мере и считаемая положительной к востоку от начального меридиана, N — номер часового пояса, в котором находится пункт наблюдения, $\Delta T = +50^с$ для 1980 г., S_0 — звездное время в $0^ч$ всемирного времени соответствующей календарной даты.

В последней формуле величина $9^с{,}86\,(T - \lambda)$ никогда не бывает больше четырех минут и при приближенных расчетах ею можно пренебречь и пользоваться упрощенной формулой.

Эфемериды Солнца

В настоящем выпуске Календаря во втором столбце ежемесячных эфемерид Солнца помещены дни юлианского периода (см. П. ч. А. К., изд. 6-е, гл. I, § 6).

В следующих трех столбцах даны моменты восхода и захода Солнца, а также азимуты точек восхода и захода для пункта с географической долготой $\lambda = 0^ч$ и географической широтой $\varphi = 56°$. Моменты даны по всемирному времени, т. е. по местному среднему солнечному времени начального пункта ($\lambda = 0^ч$, $\varphi = 56°$).

В эфемеридах даны значения астрономических азимутов; они отсчитываются от точки юга и считаются положительными к западу и отрицательными к востоку (см. П. ч. А. К., изд. 6-е, гл. I, § 3).

В следующих четырех столбцах даны прямое восхождение Солнца α, уравнение времени η = «среднее солнечное время — истинное солнечное время», склонение Солнца δ и часовое изменение склонения $\Delta\delta$. Все эти величины даны для $0^ч$ всемирного времени.

В последнем, десятом столбце дается звездное время S_0 в $0^ч$ всемирного времени, т. е. местное звездное время на начальном меридиане в среднюю гринвичскую полночь. В эфемеридах Солнца отсутствуют моменты верхних кульминаций Солнца на меридиане Гринвича $T_{0;\,кул}$, которые легко вычислить по формуле

$$T_{0;\,кул} = 12^ч + \eta_{12}, \qquad (1)$$

где η_{12} — уравнение времени для $12^ч$ всемирного времени заданной даты и находится путем интерполяции его значений, помещенных в седьмом столбце для $0^ч$ всемирного времени. Например, момент верхней кульминации Солнца на меридиане Гринвича 1 марта 1980 г. по всемирному времени будет

$$T_{0;\,кул} = 12^ч + 12^м20^с,0 = 12^ч12^м20^с,0.$$

В нижней части ежемесячных эфемерид Солнца даются общие сведения о видимости планет, о затмениях, о метеорных потоках и о других явлениях в Солнечной системе на протяжении соответствующего месяца. Наиболее интересные явления даны курсивом. Для планет приняты такие обозначения:

(!) — весьма благоприятное положение планеты,
(?) — планета мало доступна для наблюдений.

Эфемериды Луны

В эфемеридах Луны моменты восхода, верхней кульминации, захода и астрономические азимуты точек восхода и захода даны, так же как и для Солнца, по всемирному времени для пункта с географической долготой $\lambda = 0^ч$ и географической широтой $\varphi = 56°$.

В трех последних столбцах лунной эфемериды помещены прямое восхождение α, склонение δ и угловой радиус Луны r для $0^ч$ всемирного времени.

Следует отметить, что в эфемеридах Календаря всегда даются геоцентрические координаты. Топоцентрические координаты (см. П. ч. А. К., изд. 6-е, гл. I, § 9) будут отличаться от геоцентрических заметным образом только для Луны (разность может достигать 1°). Поправки для перехода от геоцентрических координат к топоцентрическим вычисляются по формулам (1, 41) и (1, 42) П. ч. А. К., изд. 6-е, гл. I, § 9. Экваториальный горизонтальный параллакс Луны может быть найден умножением значения ее углового радиуса на 3,67.

В нижней части лунных эфемерид помещены сведения о соединениях планет с Луной и эпохи фаз Луны.

Для последних приняты следующие обозначения:

● . . . . — новолуние
☽ . . . . — первая четверть
○ . . . . — полнолуние
☾ . . . . — последняя четверть

Определение времени восхода, верхней кульминации и захода Солнца и Луны

Для пункта с географической широтой φ и географической долготой λ, отличных от начального, эфемеридного пункта ($\lambda = 0^ч$, $\varphi = 56°$), моменты восхода и захода Солнца и Луны вычисляются по формуле

$$T = T_{0;\,56} + x_\varphi + x_\lambda, \tag{2}$$

где $T_{0;\,56}$ — эфемеридный момент восхода или захода, x_φ — поправка за географическую широту пункта наблюдения, x_λ — поправка за географическую долготу.

При вычислении моментов верхней кульминации, когда $x_\varphi = 0$, формула (2) принимает вид

$$T_{кул} = T_{0;\,кул} + x_\lambda, \tag{3}$$

где $T_{0;\,кул}$ для Солнца вычисляется по формуле (1).

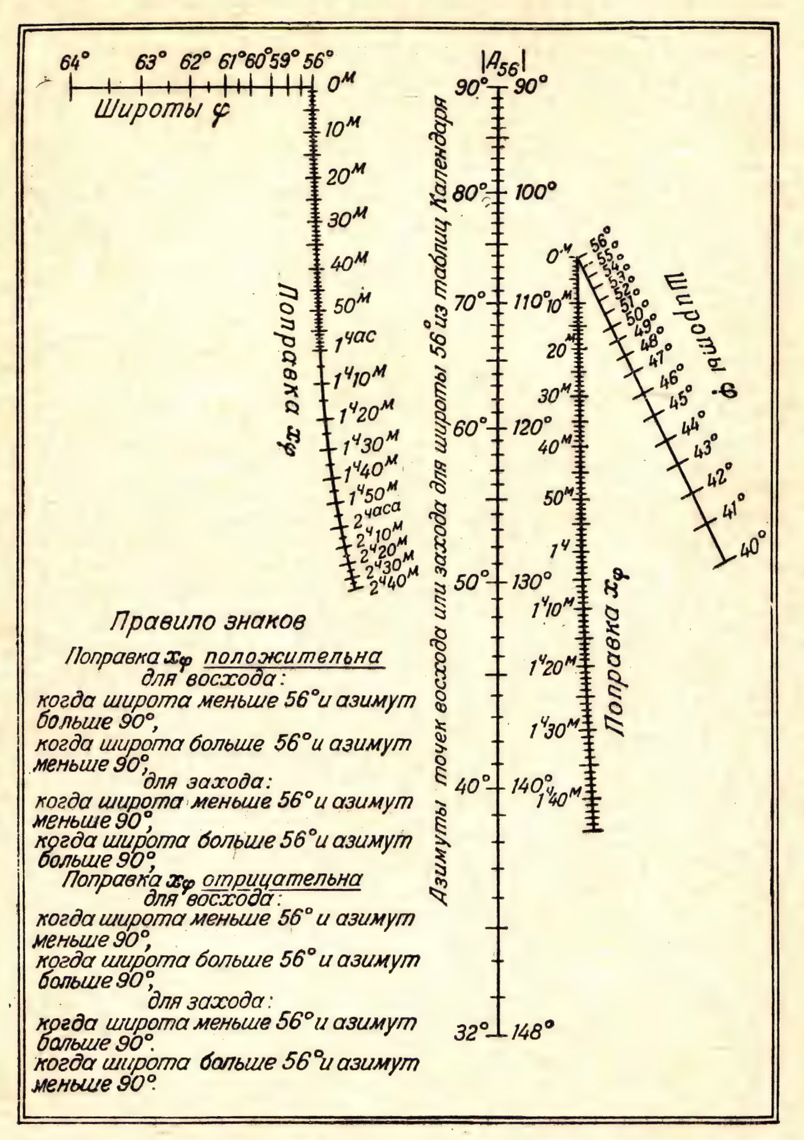
1. Если широта пункта наблюдения φ заключена между 40 и 64°, то поправка x_φ может быть снята непосредственно с номограммы на стр. 10. В средней части этой номограммы проходит вертикальная шкала азимутов $A_{0;\,56}$ с отметками их значений по обе стороны шкалы; слева отмечены значения азимута меньше 90°, а справа — больше 90°. Справа от шкалы азимутов помещены шкалы для широт от 40 до 56° и соответствующая им шкала поправок x_φ; слева вверху номограммы помещена шкала для широт от 56 до 64° и соответствующая им шкала поправок x_φ. Для нахождения поправок надо на шкале азимутов отметить точку, соответствующую эфемеридному значению $A_{0;\,56}$ для данной календарной даты, а на шкале широт — точку, соответствующую широте места наблюдения φ. Отсчет шкалы поправок в точке пересечения ее с прямой, соединяющей эти две отмеченные точки, даст искомую поправку x_φ. Знак поправки устанавливается по правилам, указанным на самой номограмме.

2. Если широта пункта наблюдения лежит вне пределов номограммы (40—64°), или требуется большая точность в вычислении моментов восхода или захода, то поправку следует вычислить по формулам

$$\left.\begin{array}{ll}\text{для восхода} & \sin(\beta - x_\varphi)\ m\ \mathrm{tg}\,\varphi,\\ \text{для захода} & \sin(x_\varphi + \beta)\ m\ \mathrm{tg}\,\varphi.\end{array}\right\} \tag{4}$$

Вспомогательные величины m и β берутся по аргументу $A_{0;\,56}$ для данной календарной даты из следующей таблицы:

$A_{0;\,56}$	m	β	$A_{0;\,56}$	$A_{0;\,56}$	m	β	$A_{0;\,56}$
±150°	+0,554—	+55°,1 —	±30°	±110°	+0,195—	+16°,8 —	±70°
140	+0,474—	+44,6—	40	100	+0,098—	+ 8,3—	80
130	+0,385—	+34,8—	50	90	0,000	0,0	90
120	+0,291—	+25,6—	60				



Номограмма для нахождения поправок момента восхода и захода на географическую широту наблюдателя.

Если эфемеридный азимут $A_{0;\,56}$ точки восхода (или захода) по абсолютному значению больше 90°, то знаки величин m и β надо брать с их левой стороны, т. е. в этом случае эти величины положительны и для восхода и для захода. Если же $A_{0;56}$ по абсолютному значению меньше 90°, то знаки величин m и β берутся с их правой стороны, т. е. они будут в этом случае отрицательными и для восхода и для захода.

Знак самого азимута не играет роли ни при пользовании номограммой, ни при вычислении поправки x_φ по формулам (4).

Поправка x_λ при определении моментов восхода и захода вычисляется по формуле

$$x_\lambda = \frac{\lambda - x_\varphi}{48}\left(T'_{0;\,56} - T''_{0;\,56}\right). \qquad (5)$$

Разность $\lambda - x_\varphi$ должна быть выражена в часах и долях часа, $T'_{0;\,56}$ — эфемеридный момент восхода или захода для предыдущей календарной даты (т. е. сутками раньше), а $T''_{0;\,56}$ — эфемеридный момент для последующей календарной даты (т. е. сутками позже).

При определении моментов верхней кульминации формула (5) принимает вид

$$x_\lambda = \frac{\lambda}{48}\left(T'_{0;\,56} - T''_{0;\,56}\right). \qquad (6)$$

Два последовательных восхода или захода, или две последовательные верхние кульминации Луны, отстоят друг от друга по времени больше, чем на $24^ч$. Поэтому в ту или иную календарную дату какое-либо из этих явлений не имеет места на начальном пункте и в эфемеридах Луны момент явления для этой даты не указан. Тогда под разностью $(T'_{0;56} - T''_{0;\,56})$ в формулах (5) и (6) следует понимать изменение эфемеридного момента явления за эти два интервала, которые содержат три последовательных восхода, захода или верхние кульминации Луны и включают заданную календарную дату (см. пример 3, стр. 13).

Эфемериды планет

Эфемериды планет, так же как и эфемериды Солнца и Луны, дают моменты восхода, верхней кульминации и захода и астрономические азимуты точек восхода и захода планет для пункта с географической широтой $\varphi = 56°$ и долготой $\lambda = 0^ч$. Прямые восхождения и склонения планет даны для $0^ч$ всемирного времени. Кроме этих данных, в эфемеридах планет даны также угловые диаметры их дисков, фазы, звездные величины и сведения о видимых движениях планет и условиях их наблюдения. В отличие от эфемерид Солнца и Луны, эфемериды планет даны не на каждый день, а с интервалом в 16 суток. Для Меркурия на периоды его хорошей видимости эфемериды даны также и с интервалом в четверо суток.

Для определения времени восхода, верхней кульминации и захода планет используют те же методы, что и для Солнца и Луны, предварительно распространив соответствующую часть эфемериды данной планеты на каждые сутки путем интерполяции (см. П. ч. А. К., изд. 6-е, гл. VI, § 1).

Интерполирование эфемеридных данных для Венеры необходимо проводить со вторыми разностями, а для Меркурия в некоторых случаях следует учитывать и третьи разности.

Верхние планеты (Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун) могут иметь иногда на протяжении 16 календарных суток не 16, а 17 интервалов между последовательными восходами, верхними кульминациями или заходами. Это случается потому, что интервалы эти меньше $24^ч$. При интерполировании эфемеридных данных это обстоятельство необходимо учитывать.

Продолжительность видимости яркой планеты зависит от того, насколько совпадает период нахождения планеты над горизонтом (от ее восхода до захода) с ночным временем (от конца вечерних до начала утренних сумерек). Следовательно, началом периода видимости планеты может быть либо конец вечерних сумерек, либо ее восход, а концом периода видимости — либо заход планеты, либо начало утренних сумерек. Начало или конец утренних или вечерних сумерек можно вычислить по формуле (1,75) П. ч. А. К., изд. 6-е, гл. I, § 14, либо найти по таблицам 26, 27 или по графикам рис. 213 этого же издания. Время и продолжительность видимости Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна в Астрономическом Календаре на 1980 г. даны для широты $\varphi = 56^\circ$, причем число 0,0 означает восход (заход) планеты в самом начале (в конце) утренних (вечерних) гражданских сумерек, и поэтому планета может быть все-таки видна несколько минут; прочерк (—) означает невидимость планеты, а число в скобках, например (14,6), показывает, что планета не только видна всю ночь, но восходит или (и) заходит в сумерки.

Для остальных эфемерид и таблиц календаря необходимые объяснения даются в начале или в конце их.

Примеры

1. Найти момент верхней кульминации Солнца 16 августа 1980 г. на меридиане $\lambda = 8^ч 48^м$ (9-й пояс).

Сначала по данным на стр. 28 и по формуле (1) находим моменты верхних кульминаций Солнца на меридиане Гринвича для 15, 16 и 17 августа:

$$15 \text{ августа } T'_{0;\,56} = 12^ч04^м23^с,$$

$$16 \text{ августа } T_{0;56} = 12^ч04^м11^с,$$

$$17 \text{ августа } T''_{0;56} = 12^ч03^м58^с.$$

По формуле (5)

$$x_\lambda = \frac{8{,}80}{48}(12^ч04^м23^с - 12^ч03^м58^с) = +4^с{,}6 \approx +5^с,$$

а по формуле (3)

$$T_{кул} = 12^ч04^м11^с + 5^с = 12^ч04^м16^с.$$

Момент верхней кульминации $T_{кул}$ получен по местному среднему солнечному времени меридиана $\lambda = 8^ч 48^м$.

2. Найти момент восхода Солнца 16 августа 1980 г. для пункта с географической широтой $\varphi = 61^\circ 31'$ ($\operatorname{tg} \varphi = 1{,}842$) и долготой $\lambda = 8^ч 48^м$.

Из солнечной эфемериды (стр. 28) выписываем азимут восхода Солнца 16 августа 1980 г. $A_{0;\,56} = -117°$ и следующие моменты восхода:

$$15 \text{ августа } T'_{0;56} = 4^{ч}31^{м},$$
$$16 \text{ августа } T_{0;\,56} = 4^{ч}33^{м},$$
$$17 \text{ августа } T''_{0;\,56} = 4^{ч}35^{м}.$$

По номограмме на стр. 10 находим

$$x_{\varphi} = -24^{м},$$

а по формуле (5)

$$x_{\lambda} = \frac{8{,}8 + 0{,}4}{48}\,(4^{ч}31^{м} - 4^{ч}35^{м}) = -0^{м}{,}3 \approx 0^{м}$$

и, наконец, по формуле (2) находим

$$T_{\text{восх}} = 4^{ч}33^{м} - 24^{м} - 0^{м}{,}3 = 4^{ч}09^{м}$$

по местному среднему солнечному времени данного пункта.

Для вычисления поправки x_{φ} по первой формуле (4) по эфемеридному азимуту восхода $A_{0;\,56} = -117°$ находим из таблицы на стр. 9

$$m = +0{,}262, \qquad \beta = +23°{,}0;$$

тогда из первой формулы (4)

$$\sin\,(+23°{,}0 - x_{\varphi}) = +0{,}262 \cdot 1{,}842 = +0{,}483,$$

находим $x_{\varphi} = +23°{,}0 - 28°{,}9 = -5°{,}9 = -23^{м}{,}6 \approx 24^{м}$, т. е. ту же величину, которая была найдена и по номограмме.

3. Найти момент верхней кульминации Луны 29 мая 1980 г. на меридиане $\lambda = 4^{ч}30^{м}$ (4-й пояс).

Из лунной эфемериды (стр. 23) видно, что 29 мая 1980 г. кульминации Луны на начальном меридиане не будет (стоит черточка); она переходит на начало календарных суток 30 мая. Момент верхней кульминации $0^{ч}06^{м}$ 30 мая рассматриваем как $24^{ч}06^{м}$ 29 мая и со стр. 23 выписываем:

$$28 \text{ мая } T'_{0;56} = 23^{ч}16^{м},$$
$$29 \text{ мая } T_{0;56} = 24^{ч}06^{м},$$
$$31 \text{ мая } T''_{0;56} = 0^{ч}57^{м}.$$

По формуле (6) находим

$$x_{\lambda} = \frac{4{,}5}{48}\,(23^{ч}16^{м} - 24^{ч}57^{м}) = -9^{м}{,}4 \approx -9^{м},$$

и по формуле (3) находим момент верхней кульминации:

$$T_{\text{кул}} = 24^{ч}06^{м} - 09^{м} = 23^{ч}57^{м}$$

29 мая 1980 г. по местному среднему солнечному времени меридиана $\lambda = 4^{ч}30^{м}$. По декретному времени этого пункта верхняя кульминация Луны будет в $0^{ч}27^{м}$ 30 мая 1980 г.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Январь				
	2444	ч м	ч м	∓ °	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	240	8 32	15 35	47	18 42 17	+3 01,8	−23 05 02	+11,2	6 39 15
2	241	8 32	15 36	47	18 46 42	3 30,2	23 00 21	12,3	6 43 11
3	242	8 31	15 38	48	18 51 06	3 58,3	22 55 12	13,4	6 47 08
4	243	8 31	15 39	48	18 55 30	4 26,0	22 49 35	14,6	6 51 04
5	244	8 30	15 40	48	18 59 54	4 53,4	22 43 32	15,7	6 55 01
6	245	8 30	15 42	48	19 04 18	5 20,4	22 37 01	16,8	6 58 58
7	246	8 29	15 44	49	19 08 41	5 46,9	22 30 03	18,0	7 02 54
8	247	8 28	15 45	49	19 13 04	6 13,0	22 22 39	19,1	7 06 51
9	248	8 27	15 46	49	19 17 26	6 38,6	22 14 48	20,2	7 10 47
10	249	8 26	15 48	49	19 21 48	7 03,8	22 06 32	21,2	7 14 44
11	250	8 26	15 50	50	19 26 09	7 28,4	21 57 49	22,3	7 18 40
12	251	8 25	15 51	50	19 30 29	7 52,4	21 48 40	23,4	7 22 37
13	252	8 24	15 53	50	19 34 49	8 15,9	21 39 06	24,4	7 26 33
14	253	8 23	15 54	51	19 39 09	8 38,8	21 29 07	25,5	7 30 30
15	254	8 22	15 56	51	19 43 28	9 01,1	21 18 43	26,5	7 34 27
16	255	8 21	15 58	52	19 47 46	9 22,7	21 07 54	27,5	7 38 23
17	256	8 20	16 00	52	19 52 03	9 43,7	20 56 41	28,6	7 42 20
18	257	8 18	16 02	52	19 56 20	10 04,0	20 45 04	29,5	7 46 16
19	258	8 17	16 04	53	20 00 36	10 23,7	20 33 03	30,5	7 50 13
20	259	8 16	16 06	53	20 04 52	10 42,5	20 20 39	31,5	7 54 09
21	260	8 14	16 08	54	20 09 07	11 00,6	20 07 52	32,4	7 58 06
22	261	8 13	16 10	54	20 13 20	11 18,0	19 54 42	33,4	8 02 02
23	262	8 12	16 12	54	20 17 34	11 34,5	19 41 10	34,3	8 05 59
24	263	8 10	16 14	55	20 21 46	11 50,3	19 27 17	35,2	8 09 56
25	264	8 08	16 16	56	20 25 57	12 05,3	19 13 01	36,1	8 13 52
26	265	8 07	16 18	56	20 30 08	12 19,5	18 58 25	37,0	8 17 49
27	266	8 06	16 21	57	20 34 18	12 32,8	18 43 28	37,8	8 21 45
28	267	8 04	16 23	57	20 38 27	12 45,4	18 28 10	38,7	8 25 42
29	268	8 02	16 25	58	20 42 35	12 57,1	18 12 32	39,5	8 29 38
30	269	8 00	16 27	58	20 46 43	13 08,0	17 56 35	40,3	8 33 35
31	270	7 59	16 29	59	20 50 50	+13 18,1	−17 40 18	+41,1	8 37 31

Планеты: Венера (вечером), Марс (!), Юпитер (!), Сатурн (!), Уран (под утро), Нептун (утром).

3 января Солнце в перигее.

Метеорные потоки: 1—7 Квадрантиды.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Январь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	15 23	23 43	7 08	126	125	5 31 13	+18 33,2	15,5
2	16 16	—	8 03	125	126	6 26 25	19 09,0	15,4
3	17 16	0 35	8 48	123	124	7 20 41	18 44,3	15,2
4	18 20	1 25	9 25	119	121	8 13 23	17 23,9	15,1
5	19 26	2 13	9 55	114	116	9 04 09	15 15,7	15,0
6	20 33	2 59	10 20	107	110	9 52 54	12 29,2	14,9
7	21 39	3 50	10 41	101	104	10 39 53	9 13,8	14,8
8	22 46	4 26	11 00	93	97	11 25 31	5 38,2	14,8
9	23 53	5 08	11 18	86	90	12 10 25	+1 50,5	14,8
10	—	5 51	11 37	—	83	12 55 16	−2 02,0	14,8
11	1 01	6 34	11 56	79	76	13 40 46	5 52,1	14,9
12	2 09	7 19	12 18	72	69	14 27 42	9 31,8	15,1
13	3 19	8 06	12 44	66	63	15 16 43	12 51,9	15,3
14	4 30	8 56	13 17	60	58	16 08 23	15 41,4	15,5
15	5 38	9 50	13 58	56	55	17 02 59	17 47,5	15,7
16	6 42	10 47	14 51	54	54	18 00 21	18 57,2	15,9
17	7 38	11 45	15 56	55	55	18 59 50	18 59,7	16,1
18	8 24	12 44	17 11	58	60	20 00 21	17 49,1	16,3
19	9 01	13 42	18 32	64	66	21 00 40	15 27,6	16,4
20	9 32	14 39	19 57	71	74	21 59 49	12 05,2	16,4
21	9 59	15 33	21 21	79	83	22 57 18	7 57,6	16,4
22	10 22	16 26	22 44	87	92	23 53 07	−3 23,7	16,3
23	10 45	17 18	—	96	—	0 47 37	+1 18,0	16,2
24	11 08	18 09	0 05	104	100	1 41 20	5 50,5	16,1
25	11 34	19 00	1 25	111	108	2 34 49	9 58,9	15,9
26	12 03	19 52	2 41	117	115	3 28 29	13 30,9	15,7
27	12 38	20 44	3 53	122	121	4 22 32	16 16,4	15,6
28	13 19	21 36	4 59	125	124	5 16 53	18 07,9	15,4
29	14 09	22 28	5 56	126	126	6 11 12	19 01,2	15,3
30	15 05	23 19	6 45	124	125	7 04 55	18 55,5	15,2
31	16 07	—	7 25	121	122	7 57 31	+17 53,7	15,1

○ 2 января 9 ч. 03 м.
☾ 10 » 11 ч. 50 м.
● 17 » 21 ч. 20 м.
☽ 24 » 13 ч. 59 м.
Луна в апогее 8 января 8 ч.
Луна в перигее 20 » 2 ч.
Луна в восходящем узле 6 января 8 ч.
Луна в нисходящем узле 20 » 3 ч.

Соединения планет с Луной:

7 янв. 4 ч. 18 м. Юпитер 0°,3 к сев.
7 » 15 ч. 36 м. Марс на 2° к сев.
8 » 14 ч. 30 м. Сатурн на 0°, 1 к югу.
13 » 5 ч. 48 м. Уран на 5° к югу.
15 » 8 ч. 24 м. Нептун на 4° к югу.
20 » 13 ч. 00 м. Венера на 1° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Февраль				
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	271	7 57	16 31	59	20 54 55	+13 27,3	−17 23 43	+41,9	8 41 28
2	272	7 55	16 33	60	20 59 00	13 35,7	17 06 49	42,6	8 45 25
3	273	7 53	16 36	60	21 03 04	13 43,4	16 49 37	43,4	8 49 21
4	274	7 51	16 38	61	21 07 08	13 50,2	16 32 08	44,1	8 53 18
5	275	7 49	16 40	62	21 11 10	13 56,2	16 14 21	44,8	8 57 14
6	276	7 47	16 42	62	21 15 12	14 01,4	15 56 17	45,5	9 01 11
7	277	7 45	16 44	63	21 19 13	14 05,8	15 37 57	46,2	9 05 07
8	278	7 43	16 47	63	21 23 13	14 09,4	15 19 20	46,8	9 09 04
9	279	7 41	16 49	64	21 27 13	14 12,2	15 00 29	47,5	9 13 00
10	280	7 39	16 51	64	21 31 11	14 14,3	14 41 21	48,1	9 16 57
11	281	7 36	16 54	65	21 35 09	14 15,6	14 21 59	48,7	9 20 54
12	282	7 34	16 56	66	21 39 06	14 16,1	14 02 23	49,3	9 24 50
13	283	7 32	16 58	66	21 43 03	14 15,9	13 42 32	49,9	9 28 47
14	284	7 30	17 00	67	21 46 58	14 15,0	13 22 28	50,4	9 32 43
15	285	7 28	17 02	68	21 50 53	14 13,3	13 02 11	51,0	9 36 40
16	286	7 25	17 04	68	21 54 47	14 10,9	12 41 41	51,5	9 40 36
17	287	7 23	17 06	69	21 58 41	14 07,8	12 20 59	52,0	9 44 33
18	288	7 20	17 08	70	22 02 33	14 03,9	12 00 05	52,5	9 48 29
19	289	7 18	17 10	70	22 06 25	13 59,3	11 39 00	53,5	9 52 26
20	290	7 16	17 13	71	22 10 17	13 54,1	11 17 43	53,4	9 56 23
21	291	7 13	17 15	72	22 14 07	13 48,1	10 56 16	53,8	10 00 19
22	292	7 11	17 17	72	22 17 57	13 41,5	10 34 39	54,3	10 04 16
23	293	7 08	17 20	73	22 21 46	13 34,2	10 12 52	54,6	10 08 12
24	294	7 06	17 22	73	22 25 35	13 26,3	9 50 56	55,0	10 12 09
25	295	7 04	17 24	74	22 29 23	13 17,3	9 28 51	55,4	10 16 05
26	296	7 02	17 26	75	22 33 10	13 08,5	9 06 37	55,7	10 20 02
27	297	6 59	17 28	76	22 36 57	12 58,7	8 44 15	56,1	10 23 58
28	298	6 56	17 30	76	22 40 43	12 48,4	8 21 46	56,4	10 27 55
29	299	6 54	17 32	77	22 44 29	+12 37,4	−7 59 09	+56,7	10 31 52

Планеты: Меркурий (вечером), Венера (вечером), Марс (!), Юпитер (!), Сатурн (!), Уран (после полуночи), Нептун (после полуночи).

16 февраля произойдет полное солнечное затмение, частные фазы которого видимы в южной зоне территории СССР (см. стр. 65).

20

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек: восхода	Азимуты точек: захода	α	δ	r
	для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$					в $0^ч$ всемирного времени		
Февраль								
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	17 12	0 07	7 57	116	118	8 48 33	+16 01,9	15,0
2	18 19	0 54	8 23	110	109	9 37 51	13 28,2	14,9
3	19 26	1 39	8 46	103	106	10 25 25	10 22,0	14,8
4	20 32	2 22	9 06	96	100	11 11 34	6 52,3	14,7
5	21 39	3 05	9 25	89	93	11 56 43	+3 08,0	14,7
6	22 46	3 47	9 43	82	86	12 41 26	—0 42,9	14,7
7	23 53	4 29	10 01	75	79	13 26 20	4 32,8	14,8
8	—	5 12	10 22	—	72	14 12 07	8 13,9	14,9
9	1 01	5 57	10 45	68	66	14 59 25	11 38,2	15,0
10	2 10	6 45	11 14	63	61	15 48 53	14 36,4	15,2
11	3 17	7 36	11 50	58	57	14 40 57	16 57,8	15,5
12	4 22	8 30	12 35	55	54	17 35 51	18 30,9	15,7
13	5 21	9 26	13 33	54	54	18 33 23	19 04,1	16,0
14	6 12	10 25	14 42	56	57	19 32 53	18 28,1	16,2
15	6 54	11 24	16 01	60	63	20 33 23	16 39,4	16,4
16	7 29	12 22	17 26	67	70	21 33 49	13 41,9	16,6
17	7 58	13 19	18 53	75	79	22 33 22	9 47,6	16,7
18	8 24	14 15	20 20	83	88	23 31 38	5 14,6	16,6
19	8 48	15 09	21 46	92	97	0 28 36	—0 23,9	16,5
20	9 12	16 03	23 09	101	106	1 24 33	+4 23,3	16,4
21	9 38	16 56	—	109	—	2 19 51	8 48,8	16,2
22	10 06	17 48	0 28	115	113	3 14 50	12 37,6	16,0
23	10 40	18 41	1 43	121	119	4 09 42	15 38,6	15,7
24	11 19	19 33	2 52	124	123	5 04 24	17 44,6	15,7
25	12 05	20 25	3 52	126	125	5 58 43	18 51,9	15,3
26	12 59	21 15	4 43	125	125	6 52 16	19 00,6	15,2
27	13 59	22 04	5 25	122	123	7 44 39	18 12,5	15,0
28	15 02	22 51	5 59	118	119	8 35 34	16 34,0	14,9
29	16 08	23 36	6 27	112	114	9 24 52	+14 12,1	14,8

○ 1 февраля 2 ч. 22 м.
☾ 9 » 7 ч. 36 м.
● 16 » 8 ч. 52 м.
☽ 23 » 0 ч. 15 м.
Луна в апогее 5 февраля 2 ч.
Луна в перигее 17 » 9 ч.
Луна в восходящем узле 2 февраля 14 ч.
Луна в нисходящем узле 16 » 13 ч.
Луна в восходящем узле 29 февраля 21 ч.

Соединения планет с Луной:

3 фев. 7 ч. 48 м. Юпитер на 0°,5 к сев.
3 » 20 ч. 12 м. Марс на 3° к сев.
4 » 20 ч. 30 м. Сатурн на 0°,1 к югу.
9 » 16 ч. 06 м. Уран на 5° к югу.
11 » 19 ч. 54 м. Нептун на 4° к югу.
17 » 14 ч. 00 м. Меркурий на 2° к сев.
19 » 5 ч. 00 м. Венера на 4° к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
Март									
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	300	6 52	17 34	78	22 48 14	+12 26,0	−7 36 26	+57,0	10 35 48
2	301	6 49	17 36	78	22 51 59	12 14,1	7 13 36	57,2	10 39 45
3	302	6 46	17 39	79	22 55 43	12 01,6	6 50 39	57,5	10 43 41
4	303	6 44	17 41	80	22 59 26	11 48,7	6 27 37	57,7	10 47 38
5	304	6 41	17 43	80	23 03 10	11 35,4	6 04 30	57,9	10 51 34
6	305	6 38	17 45	81	23 06 52	11 21,6	5 41 17	58,1	10 55 31
7	306	6 36	17 47	82	23 10 35	11 07,4	5 18 00	58,3	10 59 27
8	307	6 33	17 49	82	23 14 17	10 52,8	4 54 38	58,5	11 03 24
9	308	6 30	17 51	83	23 17 58	10 37,9	4 31 13	58,6	11 07 20
10	309	6 28	17 54	84	23 21 40	10 22,6	4 07 44	58,8	11 11 17
11	310	6 26	17 56	85	23 25 21	10 07,0	3 44 12	58,9	11 15 14
12	311	6 23	17 58	85	23 29 01	9 51,2	3 20 37	59,0	11 19 10
13	312	6 20	18 00	86	23 32 42	9 35,0	2 57 00	59,1	11 23 07
14	313	6 18	18 02	87	23 36 22	9 18,6	2 33 20	59,2	11 27 03
15	314	6 16	18 04	87	23 40 02	9 02,0	2 09 39	59,2	11 31 00
16	315	6 13	18 06	88	23 43 41	8 45,1	1 45 57	59,3	11 34 56
17	316	6 10	18 08	89	23 47 21	8 28,0	1 22 14	59,3	11 38 53
18	317	6 08	18 10	89	23 51 00	8 10,7	0 58 30	59,3	11 42 49
19	318	6 05	18 12	90	23 54 39	7 53,2	0 34 46	59,3	11 46 46
20	319	6 02	18 14	91	23 58 18	7 35,6	−0 11 03	59,3	11 50 43
21	320	6 00	18 16	92	0 01 57	7 17,8	+0 12 40	59,3	11 54 39
22	321	5 57	18 18	92	0 05 36	6 59,8	0 36 21	59,2	11 58 36
23	322	5 54	18 20	93	0 09 14	6 41,8	1 00 01	59,1	12 02 32
24	323	5 52	18 22	94	0 12 52	6 23,7	1 23 40	59,1	12 06 29
25	324	5 49	18 24	94	0 16 31	6 05,5	1 47 16	59,0	12 10 25
26	325	5 46	18 26	95	0 20 09	5 47,3	2 10 50	58,8	12 14 22
27	326	5 44	18 28	96	0 23 47	5 29,0	2 34 20	58,7	12 18 18
28	327	5 41	18 30	97	0 27 26	5 10,8	2 57 48	58,6	12 22 15
29	328	5 38	18 32	97	0 31 04	4 52,5	3 21 12	58,4	12 26 12
30	329	5 36	18 34	98	0 34 42	4 34,3	3 44 32	58,2	12 30 08
31	330	5 33	18 36	99	0 38 21	+4 16,2	+4 07 48	+58,1	12 34 05

Планеты: Венера (вечером) (!), Марс (!), Юпитер (!), Сатурн (!), Уран, Нептун (после полуночи).

1 марта произойдет полутеневое затмение Луны, видимое на территории СССР (см. стр. 70).

2 марта 19 ч. 12 м. Марс проходит севернее Юпитера на 3°.

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ=0ч и φ=56°					в 0ч всемирного времени		
	Март							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	17 15	—	6 51	106	108	10 12 36	+11 15,0	14,8
2	18 21	0 20	7 12	99	102	10 58 58	7 51,5	14,7
3	19 28	1 02	7 31	92	95	11 44 20	4 10,3	14,7
4	20 35	1 44	7 49	84	88	12 29 10	+0 20,0	14,7
5	21 42	2 27	8 07	77	81	13 13 59	—3 31,3	14,7
6	22 49	3 09	8 27	70	74	13 59 21	7 15,3	14,8
7	23 56	3 23	8 49	65	68	14 45 49	10 43,9	14,9
8	—	4 39	9 15	—	62	15 33 55	13 48,5	15,0
9	1 03	5 28	9 46	59	58	16 24 06	16 19,6	15,2
10	2 08	6 18	10 26	56	55	17 16 39	18 07,2	15,4
11	3 08	7 12	11 16	54	54	18 11 34	19 01,5	15,6
12	4 01	8 08	12 18	55	55	19 08 35	18 53,5	15,9
13	4 46	9 05	13 30	58	59	20 07 03	17 37,3	16,2
14	5 23	10 02	14 51	63	66	21 06 17	15 12,2	16,4
15	5 55	11 00	16 17	70	74	22 05 34	11 44,2	16,6
16	6 22	11 57	17 45	79	83	23 04 25	7 26,1	16,7
17	6 47	12 53	19 14	88	92	0 02 38	—2 36,6	16,7
18	7 12	13 48	20 41	97	102	1 00 18	+2 22,5	16,7
19	7 37	14 43	22 06	105	110	1 57 36	7 08,9	16,5
20	8 05	15 39	23 26	113	117	2 54 42	11 23,1	16,3
21	8 38	16 33	—	119	—	3 51 37	14 49,7	16,1
22	9 16	17 27	0 40	123	122	4 48 12	17 18,6	15,8
23	10 01	18 20	1 46	125	125	5 44 04	18 45,0	15,6
24	10 53	19 12	2 41	125	126	6 38 49	19 09,0	15,3
25	11 51	20 01	3 26	123	124	7 32 03	18 34,1	15,2
26	12 54	20 49	4 02	119	121	8 23 29	17 06,5	15,0
27	13 59	21 34	4 32	114	116	9 13 04	14 53,8	14,9
28	15 05	22 18	4 57	108	111	10 00 56	12 04,2	14,8
29	16 12	23 01	5 18	101	104	10 47 23	8 46,2	14,7
30	17 19	23 43	5 37	94	98	11 32 49	5 08,1	14,7
31	18 26	—	5 55	87	92	12 17 41	+1 18,0	14,7

○ 1 марта 21 ч. 00 м.
☾ 9 » 23 ч. 49 м.
● 16 » 18 ч. 57 м.
☽ 23 » 12 ч. 32 м.
○ 31 » 15 ч. 15 м.
Луна в апогее 3 марта 11 ч.
Луна в перигее 16 » 21 ч.
Луна в апогее 30 » 12 ч.
Луна в нисходящем узле 15 марта 0 ч.
Луна в восходящем узле 28 » 2 ч.

Соединения планет с Луной:

1 марта 7 ч. 48 м. Юпитер на 1° к сев.
1 » 8 ч. 36 м. Марс на 4° к сев.
2 » 23 ч. 42 м. Сатурн на 0°,2 к сев.
7 » 23 ч. 36 м. Уран на 5° к югу.
10 » 5 ч. 06 м. Нептун на 4° к югу.
15 » 12 ч. 42 м. Меркурий на 3° к сев.
19 » 20 ч. 00 м. Венера на 8° к сев.
27 » 23 ч. 18 м. Марс на 4° к сев.
28 » 7 ч. 48 м. Юпитер на 1° к сев.
30 » 1 ч. 42 м. Сатурн на 0°,4 к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda=0^ч$ и $\varphi=56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
Апрель									
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	331	5 30	18 38	99	0 41 59	+3 58,1	+4 30 59	+57,9	12 38 01
2	332	5 28	18 40	100	0 45 38	3 40,2	4 54 06	57,7	12 41 58
3	333	5 25	18 42	101	0 49 17	3 22,3	5 17 07	57,4	12 45 54
4	334	5 22	18 45	102	0 52 55	3 04,7	5 40 03	57,2	12 49 51
5	335	5 20	18 47	102	0 56 35	2 47,2	6 02 52	57,0	12 53 47
6	336	5 18	18 49	103	1 00 14	2 29,9	6 25 36	56,7	12 57 44
7	337	5 15	18 51	104	1 03 53	2 12,8	6 48 13	56,4	13 01 40
8	338	5 12	18 53	104	1 07 33	1 55,9	7 10 43	56,1	13 05 37
9	339	5 10	18 55	105	1 11 13	1 39,4	7 33 06	55,8	13 09 34
10	340	5 07	18 57	106	1 14 53	1 23,0	7 55 21	55,5	13 13 30
11	341	5 04	18 59	106	1 18 34	1 07,0	8 17 29	55,1	13 17 27
12	342	5 02	19 01	107	1 22 15	0 51,3	8 39 28	54,8	13 21 23
13	343	4 59	19 03	108	1 25 56	0 35,9	9 01 18	54,4	13 25 20
14	344	4 56	19 05	108	1 29 37	0 20,8	9 23 00	54,0	13 29 16
15	345	4 54	19 07	109	1 33 19	+0 06,0	9 44 32	53,6	13 33 13
16	346	4 52	19 09	110	1 37 01	—0 08,4	10 05 55	53,2	13 37 09
17	347	4 49	19 11	110	1 40 44	0 22,4	10 27 08	52,8	13 41 06
18	348	4 46	19 13	111	1 44 27	0 36,0	10 48 10	52,4	13 45 03
19	349	4 44	19 15	111	1 48 10	0 49,3	11 09 02	51,9	13 48 59
20	350	4 42	19 17	112	1 51 54	1 02,2	11 29 42	51,4	13 52 56
21	351	4 39	19 19	113	1 55 38	1 14,6	11 50 12	51,0	13 56 52
22	352	4 38	19 21	114	1 59 22	1 26,7	12 10 29	50,5	14 00 49
23	353	4 34	19 23	114	2 03 07	1 38,3	12 30 34	50,0	14 04 45
24	354	4 32	19 25	115	2 06 52	1 49,5	12 50 27	49,4	14 08 42
25	355	4 30	19 27	115	2 10 38	2 00,2	13 10 07	48,9	14 12 38
26	356	4 28	19 29	116	2 14 24	2 10,5	13 29 34	48,4	14 16 35
27	357	4 25	19 31	117	2 18 11	2 20,3	13 48 48	47,8	14 20 32
28	358	4 22	19 33	117	2 21 59	2 29,6	14 07 48	47,2	14 24 28
29	359	4 20	19 35	118	2 25 46	2 38,4	11 26 33	46,6	14 28 25
30	360	4 18	19 37	118	2 29 35	—2 46,6	+14 45 05	46,0	14 32 21

Планеты: Венера (вечером) (!), Марс (!), Юпитер (!), Сатурн (!), Уран, Нептун (во второй половине ночи).

Метеорные потоки: 18—25 Лириды.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек: восхода	Азимуты точек: захода	α	δ	r
	для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$					в $0^ч$ всемирного времени		
	Апрель							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	19 33	0 25	6 13	80	83	13 02 31	—2 35,7	14,7
2	20 41	1 08	6 32	73	77	13 47 49	6 24,6	14,8
3	21 48	1 51	6 53	66	70	14 34 06	10 00,1	14,8
4	22 55	2 37	7 17	61	64	15 21 48	13 12,9	14,9
5	—	3 24	7 47	—	59	16 11 17	15 53,8	15,1
6	0 00	4 14	8 23	56	55	17 02 44	17 53,3	15,2
7	1 01	5 05	9 08	54	54	17 56 08	19 02,2	15,4
8	1 55	5 59	10 04	54	54	18 51 15	19 12,8	15,6
9	2 42	6 53	11 10	56	57	19 47 37	18 19,8	15,8
10	3 20	7 49	12 24	59	62	20 44 43	16 21,6	16,0
11	3 53	8 44	13 46	67	69	21 42 05	13 21,2	16,3
12	4 21	9 39	15 11	74	78	22 39 23	9 26,9	16,5
13	4 46	10 35	16 38	83	87	23 36 33	—4 52,5	16,6
14	5 10	11 30	18 06	92	97	0 33 44	+4 04,2	16,7
15	5 35	12 26	19 34	101	106	1 31 09	5 01,9	16,7
16	6 02	13 22	20 59	109	114	2 29 00	9 39,0	16,6
17	6 32	14 19	22 19	116	120	3 27 16	13 35,6	16,4
18	7 08	15 15	23 31	122	124	4 25 43	16 36,3	16,2
19	7 51	16 11	—	125	—	5 23 46	18 31,9	15,9
20	8 42	17 05	0 33	126	126	6 20 45	19 19,8	15,6
21	9 40	17 56	1 24	125	125	7 16 01	19 03,0	15,4
22	10 43	18 45	2 04	121	123	8 09 08	17 48,4	15,2
23	11 48	19 32	2 36	116	118	8 59 57	15 45,1	15,0
24	12 55	20 16	3 02	111	113	9 48 37	13 02,2	14,9
25	14 01	20 59	3 25	104	107	10 35 31	9 48,9	14,8
26	15 08	21 42	3 44	97	100	11 21 07	6 13,6	14,7
27	16 15	22 23	4 02	89	93	12 05 59	+2 24,1	14,7
28	17 23	23 06	4 20	82	86	12 50 43	—1 31,7	14,7
29	18 31	23 49	4 38	75	79	13 35 54	5 25,7	14,8
30	19 39	—	4 58	68	72	14 22 04	—9 09,1	14,9

☾ 8 апреля 12 ч. 07 м.
● 15 » 3 ч. 47 м.
☽ 22 » 3 ч. 00 м.
○ 30 » 7 ч. 36 м.
Луна в перигее 14 апреля 7 ч.
Луна в апогее 26 » 20 ч.
Луна в нисходящем узле 11 апр. 8 ч.
Луна в восходящем узле 24 апр. 4 ч.

Соединения планет с Луной:

4 апр. 4 ч. 30 м. Уран на 5° к югу.
6 » 11 ч. 30 м. Нептун на 3° к югу.
13 » 8 ч. 42 м. Меркурий на 0°,004 к югу.
18 » 8 ч. 36 м. Венера на 9° к сев.
24 » 7 ч. 18 м. Марс на 2° к сев.
24 » 11 ч. 30 м. Юпитер на 1° к сев.
26 » 4 ч. 42 м. Сатурн на 04°, к сев.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Май				
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	361	4 16	19 40	119	2 33 23	−2 54,4	+15 03 22	+45,4	14 36 18
2	362	4 13	19 42	120	2 37 13	3 01,6	15 21 24	44,8	14 40 14
3	363	4 11	19 44	120	2 41 03	3 08,2	15 39 11	44,1	14 44 11
4	364	4 09	19 46	121	2 44 53	3 14,3	15 56 42	43,5	14 48 07
5	365	4 07	19 48	121	2 48 44	3 19,8	16 13 58	42,8	14 52 04
6	366	4 05	19 49	122	2 52 36	3 24,8	16 30 57	42,1	14 56 01
7	367	4 03	19 51	123	2 56 28	3 29,2	16 47 40	41,4	14 59 57
8	368	4 01	19 53	123	3 00 21	3 33,0	17 04 06	40,7	15 03 54
9	369	3 59	19 55	124	3 04 14	3 36,2	17 20 16	40,0	15 07 50
10	370	3 57	19 57	124	3 08 08	3 38,8	17 36 08	39,3	15 11 47
11	371	3 55	19 59	125	3 12 03	3 40,8	17 51 42	38,6	15 15 43
12	372	3 53	20 01	125	3 15 58	3 42,2	18 06 58	37,8	15 19 40
13	373	3 51	20 03	126	3 19 53	3 43,0	18 21 57	37,0	15 23 36
14	374	3 49	20 05	126	3 23 50	3 43,3	18 36 36	36,3	15 27 33
15	375	3 47	20 07	127	3 27 47	3 43,0	18 50 57	35,5	15 31 30
16	376	3 45	20 09	127	3 31 44	3 42,1	19 04 59	34,7	15 35 26
17	377	3 44	20 10	128	3 35 42	3 40,7	19 18 42	33,9	15 39 23
18	378	3 42	20 12	128	3 39 41	3 38,7	19 32 05	33,0	15 43 19
19	379	3 40	20 14	129	3 43 40	3 36,2	19 45 08	32,2	15 47 16
20	380	3 38	20 16	129	3 47 39	3 33,1	19 57 50	31,4	15 51 12
21	381	3 36	20 18	130	3 51 39	3 29,5	20 10 12	30,5	15 55 09
22	382	3 35	20 19	130	3 55 40	3 25,4	20 22 14	29,6	15 59 05
23	383	3 33	20 21	131	3 59 41	3 20,8	20 33 54	28,7	16 03 02
24	384	3 32	20 22	131	4 03 43	3 15,7	20 45 13	27,9	16 06 59
25	385	3 30	20 24	131	4 07 45	3 10,1	20 56 11	27,0	16 10 55
26	386	3 29	20 26	132	4 11 48	3 04,1	21 06 47	26,0	16 14 52
27	387	3 28	20 27	132	4 15 51	2 57,5	21 17 01	25,1	16 18 48
28	388	3 27	20 28	132	4 19 54	2 50,5	21 26 54	24,2	16 22 45
29	389	3 26	20 30	133	4 23 58	2 43,1	21 36 23	23,3	16 26 41
30	390	3 24	20 32	133	4 28 03	2 35,2	21 45 30	22,3	16 30 38
31	391	3 23	20 33	134	4 32 08	−2 26,8	+21 54 15	+21,4	16 34 34

Планеты: Меркурий (вечером, в конце месяца), Венера (вечером), Марс, Юпитер, Сатурн (!), Уран, Нептун.

Метеорные потоки: 1—12 мая γ-Аквариды.

4 мая 6 ч. 24 м. Марс проходит севернее Юпитера на 0°,8.

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Май							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	20 48	0 34	5 21	62	66	15 09 41	—12 32,6	15,0
2	21 54	1 21	5 48	57	60	15 59 06	15 26,1	15,1
3	22 57	2 11	6 22	54	56	16 50 27	17 39,5	15,2
4	23 54	3 02	7 04	53	54	17 43 39	19 03,1	15,3
5	—	3 55	7 56	—	53	18 38 20	19 29,2	15,5
6	0 42	4 48	8 58	55	55	19 33 59	18 52,8	15,6
7	1 23	5 42	10 09	58	60	20 30 01	17 12,8	15,8
8	1 56	6 36	11 26	64	66	21 25 56	14 32,3	16,0
9	2 24	7 30	12 47	70	74	22 21 31	10 58,5	16,2
10	2 49	8 23	14 11	79	83	23 16 49	6 42,3	16,3
11	3 12	9 16	15 36	88	92	0 12 05	—1 58,2	16,4
12	3 35	10 10	17 02	96	101	1 07 46	+2 56,7	16,5
13	4 00	11 05	18 28	105	110	2 04 14	7 42,9	16,5
14	4 27	12 01	19 51	113	117	3 01 46	12 00,4	16,4
15	5 00	12 58	21 09	120	123	4 00 15	15 30,8	16,3
16	5 40	13 56	22 18	124	126	4 59 14	17 59,9	16,1
17	6 28	14 52	23 16	126	126	5 57 54	19 19,8	15,9
18	7 24	15 46	—	126	—	6 55 19	19 29,9	15,6
19	8 26	16 38	0 02	123	125	7 50 40	18 35,5	15,4
20	9 32	17 26	0 38	119	121	8 43 31	16 45,9	15,2
21	10 40	18 12	1 07	113	116	9 33 49	14 11,9	15,0
22	11 48	18 56	1 31	107	110	10 21 50	11 04,1	14,9
23	12 55	19 39	1 51	100	103	11 08 05	7 31,9	14,8
24	14 02	20 21	2 09	92	96	11 53 12	+3 43,6	14,8
25	15 10	21 03	2 27	85	89	12 37 52	—0 13,0	14,8
26	16 18	21 46	2 44	78	82	13 22 46	4 10,3	14,8
27	17 26	22 30	3 03	70	75	14 08 33	8 00,4	14,9
28	18 36	23 16	3 25	64	68	14 55 48	11 34,1	15,0
29	19 44	—	3 50	59	62	15 44 58	14 41,5	15,1
30	20 50	0 06	4 22	55	57	16 36 18	17 11,5	15,2
31	21 50	0 57	5 01	53	54	17 29 45	—18 53,4	15,4

☾ 7 мая 20 ч. 51 м.
● 14 » 12 ч. 01 м.
☽ 21 » 19 ч. 17 м.
○ 29 » 21 ч. 28 м.
Луна в перигее 12 мая 13 ч.
Луна в апогее 24 » 12 ч.
Луна в нисходящем узле 8 мая 11 ч.
Луна в восходящем узле 21 » 6 ч.

Соединения планет с Луной:

1 мая 8 ч. 30 м. Уран на 5° к югу.
3 » 16 ч. 24 м. Нептун на 3° к югу.
17 » 3 ч. 42 м. Венера на 8° к сев.
21 » 20 ч. 24 м. Юпитер на 0,6° к сев.
22 » 6 ч. 06 м. Марс на 0°,5 к сев.
23 » 10 ч. 12 м. Сатурн на 0°,1 к сев.
28 » 13 ч. 06 м. Уран на 5° к югу.
30 » 21 ч. 24 м. Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлиан-ского периода	Вос-ход	Заход	Ази-муты точек в. и з.	Прямое восхож-дение, α	Уравне-ние вре-мени, η	Склоне-ние, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
				Июнь					
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	392	3 22	20 34	134	4 36 13	—2 18,1	+22 02 37	+20,4	16 38 31
2	393	3 21	20 36	134	4 40 19	2 08,9	22 10 36	19,5	16 42 28
3	394	3 20	20 37	134	4 44 25	1 59,4	22 18 11	18,5	16 46 24
4	395	3 19	20 38	135	4 48 31	1 49,5	22 25 24	17,5	16 50 21
5	396	3 18	20 39	135	4 52 38	1 39,2	22 32 12	16,5	16 54 17
6	397	3 18	20 40	135	4 56 45	1 28,5	22 38 37	15,6	16 58 14
7	398	3 17	20 42	135	5 00 53	1 17,5	22 44 39	14,6	17 02 10
8	399	3 16	20 43	136	5 05 01	1 06,2	22 50 16	13,4	17 06 07
9	400	3 16	20 44	136	5 09 09	0 54,7	22 55 30	12,6	17 10 03
10	401	3 15	20 44	136	5 13 17	0 42,8	23 00 19	11,6	17 14 00
11	402	3 14	20 45	136	5 17 26	0 30,7	23 04 44	10,5	17 17 57
12	403	3 14	20 46	136	5 21 35	0 18,4	23 08 44	9,5	17 21 53
13	404	3 14	20 47	137	5 25 44	—0 05,9	23 12 21	8,5	17 25 50
14	405	3 14	20 48	137	5 29 53	+0 06,7	23 15 32	7,5	17 29 46
15	406	3 13	20 48	137	5 34 02	0 19,5	23 18 19	6,4	17 33 43
16	407	3 13	20 49	137	5 38 12	0 32,4	23 20 42	5,4	17 37 39
17	408	3 13	20 49	137	5 42 21	0 45,4	23 22 40	4,4	17 41 36
18	409	3 13	20 50	137	5 46 31	0 58,4	23 24 12	3,4	17 45 32
19	410	3 13	20 50	137	5 50 40	1 11,5	23 25 21	2,3	17 49 29
20	411	3 13	20 50	137	5 54 50	1 24,5	23 26 04	1,3	17 53 26
21	412	3 13	20 50	137	5 59 00	1 37,6	23 26 22	+0,2	17 57 22
22	413	3 14	20 50	137	6 03 09	1 50,6	23 26 16	—0,8	18 01 19
23	414	3 14	20 51	137	6 07 19	2 03,5	23 25 45	1,8	18 05 15
24	415	3 14	20 51	137	6 11 28	2 16,4	23 24 49	2,8	18 09 12
25	416	3 14	20 51	137	6 15 37	2 29,1	23 23 28	3,9	18 13 08
26	417	3 15	20 50	137	6 19 47	2 41,7	23 21 43	4,9	18 17 05
27	418	3 16	20 50	137	6 23 56	2 54,1	23 19 33	5,9	18 21 01
28	419	3 16	20 50	137	6 28 04	3 06,4	23 16 58	7,0	18 24 58
29	420	3 17	20 50	137	6 32 13	3 18,5	23 13 59	8,0	18 28 55
30	421	3 18	20 49	137	6 36 22	+3 30,4	+23 10 36	—9,0	18 32 51

Планеты: Меркурий (вечером), Венера (вечером, в начале месяца?), Марс, Юпитер, Сатурн (!), Уран, Нептун.

Метеорные потоки: 26—30 Боотиды, весь месяц γ-Скорпиониды, 26 июня — 2 июля π-Корониды.

1 июня 17 ч. 30 м. Меркурий проходит севернее Венеры на 0°,3.
25 июня 13 ч. 06 м. Марс проходит южнее Сатурна на 2°.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Июнь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	22 42	1 50	5 50	53	53	18 24 54	—19 37,8	15,5
2	23 26	2 45	6 49	56	54	19 21 07	19 18,5	15,6
3	—	3 39	7 58	—	58	20 17 35	17 53,9	15,8
4	0 01	4 33	9 13	61	64	21 13 39	15 27,4	15,9
5	0 31	5 26	10 33	68	71	22 08 56	12 06,7	16,0
6	0 56	6 18	11 54	76	79	23 03 23	8 03,1	16,1
7	1 18	7 10	13 16	84	88	23 57 19	—3 30,1	16,2
8	1 40	8 02	14 40	93	97	0 51 13	+1 17,1	16,2
9	2 03	8 55	16 03	101	106	1 45 41	6 01,9	16,3
10	2 28	9 49	17 26	108	114	2 41 11	10 26,9	16,3
11	2 57	10 44	18 46	117	121	3 37 59	14 14,7	16,2
12	3 32	11 41	19 59	122	125	4 35 56	17 09,6	16,1
13	4 15	12 37	21 03	126	127	5 34 28	19 00,2	15,9
14	5 07	13 33	21 55	127	126	6 32 40	19 41,0	15,8
15	6 08	14 27	22 37	125	123	7 29 30	19 13,2	15,6
16	7 14	15 17	23 09	122	118	8 24 10	17 44,2	15,4
17	8 22	16 06	23 35	116	113	9 16 17	15 24,2	15,2
18	9 31	16 51	23 57	110	106	10 05 51	12 25,2	15,0
19	10 39	17 34	—	103	—	10 53 14	8 57,9	14,9
20	11 47	18 17	0 16	96	99	11 39 01	5 12,0	14,8
21	12 54	18 59	0 34	88	92	12 23 52	+1 15,9	14,8
22	14 02	19 41	0 51	81	85	13 08 32	—2 42,8	14,8
23	15 10	20 25	1 09	74	78	13 53 45	6 36,7	14,9
24	16 19	21 10	1 29	67	71	14 40 13	10 17,7	15,0
25	17 28	21 58	1 52	61	65	15 28 33	13 36,6	15,1
26	18 36	22 49	2 21	56	59	16 19 10	16 22,9	15,2
27	19 40	23 42	2 57	53	55	17 12 15	18 25,1	15,4
28	20 37	—	3 42	53	53	18 07 34	19 32,1	15,6
29	21 25	0 37	4 38	55	53	19 04 30	19 35,2	15,7
30	22 04	1 33	5 45	59	56	20 02 08	—18 30,2	15,9

☾ 6 июня 2 ч 54 м.
● 12 » 20 ч. 39 м.
☽ 20 » 12 ч. 33 м.
○ 28 » 9 ч. 03 м.
Луна в перигее 9 июня 3 ч.
Луна в апогее 21 » 6 ч.
Луна в нисходящем узле 4 июня 11 ч.
Луна в восходящем узле 17 июня 9 ч.

Соединения планет с Луной:

14 июня 20 ч. 00 м. Меркурий на 4° к сев.
18 » 10 ч. 06 м. Юпитер на 0°,05 к сев.
19 » 14 ч. 00 м. Марс на 2° к югу.
19 » 19 ч. 18 м. Сатурн на 0°,3 к сев.
24 » 19 ч. 06 м. Уран на 5° к югу.
27 » 3 ч. 42 м. Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Июль				
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	422	3 18	20 48	136	6 40 30	+3 42,0	+23 06 48	−10,0	18 36 48
2	423	3 19	20 48	136	6 44 38	3 53,5	23 02 36	11,0	18 40 44
3	424	3 20	20 48	136	6 48 45	4 04,6	22 58 00	12,0	18 44 41
4	425	3 21	20 47	136	6 52 53	4 15,5	22 52 59	13,0	18 48 38
5	426	3 22	20 46	136	6 57 00	4 26,1	22 47 35	14,0	18 52 34
6	427	3 23	20 46	135	7 01 07	4 36,4	22 41 47	15,0	18 56 30
7	428	3 24	20 45	135	7 05 13	4 46,3	22 35 35	16,0	19 00 27
8	429	3 26	20 44	135	7 09 19	4 55,9	22 29 00	17,0	19 04 24
9	430	3 27	20 43	135	7 13 25	5 04,1	22 22 02	17,9	19 08 20
10	431	3 28	20 42	134	7 17 31	5 13,9	22 14 40	18,9	19 12 17
11	432	3 29	20 41	134	7 21 36	5 22,3	22 06 56	19,8	19 16 13
12	433	3 30	20 40	134	7 25 40	5 30,2	21 58 48	20,8	19 20 10
13	434	3 32	20 38	133	7 29 44	5 37,7	21 50 18	21,7	19 24 06
14	435	3 33	20 37	133	7 33 48	5 44,8	21 41 26	22,6	19 28 03
15	436	3 34	20 36	133	7 37 51	5 51,3	21 32 11	23,6	19 32 00
16	437	3 36	20 34	132	7 41 53	5 57,3	21 22 35	24,5	19 35 56
17	438	3 37	20 33	132	7 45 55	6 02,8	21 12 36	24,4	19 39 53
18	439	3 38	20 32	132	7 49 57	6 07,7	21 02 16	26,3	19 43 49
19	440	3 40	20 30	131	7 53 58	6 12,1	20 51 35	27,2	19 47 46
20	441	3 42	20 29	131	7 57 58	6 16,0	20 40 33	28,0	19 51 42
21	442	3 44	20 28	130	8 01 58	6 19,2	20 29 09	28,9	19 55 39
22	443	3 46	20 26	130	8 05 57	6 21,9	20 17 26	29,8	19 59 35
23	444	3 48	20 24	130	8 09 56	6 24,0	20 05 21	30,6	20 03 32
24	445	3 50	20 22	129	8 13 54	6 25,5	19 52 57	31,4	20 07 28
25	446	3 51	20 21	129	8 17 51	6 26,4	19 40 13	32,2	20 11 25
26	447	3 53	20 19	128	8 21 48	6 26,6	19 27 09	33,1	20 15 22
27	448	3 55	20 17	128	8 25 44	6 26,3	19 13 46	33,9	20 19 18
28	449	3 56	20 15	127	8 29 40	6 25,4	19 00 04	34,6	20 23 15
29	450	3 58	20 13	127	8 33 35	6 23,9	18 46 03	35,4	20 27 11
30	451	4 00	20 11	126	8 37 30	6 21,8	18 31 44	36,2	20 31 08
31	452	4 02	20 09	126	8 41 23	+6 19,0	18 17 06	−36,9	20 35 04

Планеты: Венера (утром), Марс (вечером) (?), Юпитер (вечером) (?), Сатурн (вечером) (?), Уран, Нептун.

5 июля Солнце в апогее.

27 июля произойдет полутеневое лунное затмение, видимое на территории СССР (см. стр. 71).

Метеорные потоки: 9—31 июля Персеиды; 17—31 июля Кассиопеиды; 22—31 июля δ-Аквариды.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек		α	δ	r
				восхода	захода			
	для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$					в $0^ч$ всемирного времени		
	Июль							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	22 36	2 28	7 00	65	61	20 59 34	—16 18,8	16,0
2	23 02	3 23	8 20	73	68	21 56 04	13 08,7	16,1
3	23 26	4 16	9 41	81	77	22 51 23	9 12,1	16,1
4	23 47	5 08	11 04	90	85	23 45 37	—4 43,8	16,2
5	—	5 59	12 26	—	94	0 39 11	+0 00,4	16,2
6	0 09	6 50	13 48	98	103	1 32 42	4 44,2	16,1
7	0 32	7 43	15 09	107	111	2 26 47	9 11,6	16,1
8	0 59	8 36	16 28	114	118	3 21 48	13 07,2	16,0
9	1 30	9 31	17 43	120	123	4 18 01	16 16,7	16,0
10	2 09	10 26	18 50	125	126	5 15 08	18 28,2	15,8
11	2 56	11 21	19 46	127	127	6 12 34	19 34,1	15,7
12	3 53	12 16	20 32	126	125	7 09 24	19 32,4	15,6
13	4 56	13 08	21 09	124	121	8 04 45	18 26,6	15,4
14	6 04	13 57	21 38	119	115	8 57 57	16 25,2	15,2
15	7 13	14 44	22 02	113	109	9 48 46	13 39,0	15,1
16	8 22	15 29	22 22	106	102	10 37 18	10 19,8	15,0
17	9 31	16 12	22 40	99	95	11 23 55	6 38,2	14,9
18	10 38	16 54	22 57	92	88	12 09 15	+2 43,8	14,8
19	11 46	17 36	23 15	84	81	12 53 56	—1 15,0	14,8
20	12 53	18 19	23 34	77	74	13 38 42	5 10,7	14,8
21	14 01	19 03	23 55	70	67	14 24 18	8 55,9	14,9
22	15 10	19 49	—	64	—	15 11 25	12 22,4	15,0
23	16 18	20 38	0 21	58	61	16 00 38	15 20,8	15,1
24	17 24	21 30	0 52	54	57	16 52 21	17 40,7	15,3
25	18 24	22 24	1 33	53	54	17 46 39	19 10,7	15,5
26	19 17	23 20	2 24	54	53	18 43 12	19 40,1	15,7
27	20 01	—	3 27	57	55	19 41 17	19 01,5	15,9
28	20 37	0 17	4 40	63	59	20 39 53	17 12,8	16,1
29	21 06	1 14	6 00	70	65	21 38 06	14 18,6	16,2
30	21 31	2 09	7 24	78	73	22 35 17	10 30,1	16,3
31	21 54	3 03	8 48	87	82	23 31 14	—6 03,2	16,3

☾ 5 июля 7 ч. 28 м.
● 12 » 6 ч. 46 м.
☽ 20 » 5 ч. 51 м.
○ 27 » 18 ч. 54 м.
Луна в перигее 4 июля 16 ч.
Луна в апогее 19 » 0 ч.
Луна в перигее 30 » 23 ч.
Луна в нисходящем узле 1 июля 14 ч.
Луна в восходящем узле 14 » 16 ч.
Луна в нисходящем узле 28 » 21 ч.

Соединения планет с Луной:

9 июля 18 ч. 36 м. Венера на 0°,1 к югу.
16 » 2 ч. 42 м. Юпитер на 0°,6 к югу.
17 » 6 ч. 42 м. Сатурн 0°,7 к югу.
18 » 3 ч. 30 м. Марс на 4° к югу.
22 » 2 ч. 36 м. Уран на 5° к югу.
24 » 11 ч. 24 м. Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
				Август					
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	453	4 04	20 07	125	8 45 17	+6 15,7	+18 02 11	−37,7	20 39 01
2	454	4 06	20 05	125	8 49 09	6 11,8	17 46 58	38,4	20 42 57
3	455	4 08	20 03	124	8 53 01	6 07,4	17 31 27	39,1	20 46 54
4	456	4 10	20 01	124	8 56 53	6 02,3	17 15 39	39,8	20 50 51
5	457	4 12	19 59	123	9 00 44	5 56,6	16 59 34	40,5	20 54 47
6	458	4 13	19 57	122	9 04 34	5 50,4	16 43 13	41,2	20 58 44
7	459	4 15	19 55	122	9 08 24	5 43,6	16 26 36	41,9	21 02 40
8	460	4 17	19 53	121	9 12 13	5 36,3	16 09 42	42,6	21 06 37
9	461	4 19	19 50	121	9 16 02	5 28,3	15 52 33	43,2	21 10 33
10	462	4 21	19 48	120	9 19 50	5 19,8	15 35 09	43,8	21 14 30
11	463	4 23	19 46	120	9 23 37	5 10,7	15 17 30	44,4	21 18 26
12	464	4 25	19 44	119	9 27 24	5 01,0	14 59 36	45,0	21 22 23
13	465	4 27	19 41	118	9 31 11	4 50,8	14 41 27	45,6	21 26 20
14	466	4 29	19 38	118	9 34 56	4 40,0	14 23 05	46,2	21 30 16
15	467	4 31	19 36	117	9 38 41	4 28,7	14 04 29	46,8	21 34 13
16	468	4 33	19 34	117	9 42 26	4 16,8	13 45 39	47,3	21 38 09
17	469	4 35	19 32	116	9 46 10	4 04,4	13 26 37	47,9	21 42 06
18	470	4 37	19 29	115	9 49 54	3 51,4	13 07 21	48,4	21 46 02
19	471	4 39	19 27	115	9 53 37	3 38,0	12 47 54	48,9	21 49 59
20	472	4 41	19 24	114	9 57 19	3 24,0	12 28 14	49,4	21 53 55
21	473	4 43	19 22	113	10 01 02	3 09,5	12 08 22	49,9	21 57 52
22	474	4 45	19 20	113	10 04 43	2 54,6	11 48 19	50,4	22 01 49
23	475	4 47	19 17	112	10 08 24	2 39,2	11 28 05	50,8	22 05 45
24	476	4 49	19 14	111	10 12 05	2 23,3	11 07 40	51,3	22 09 42
25	477	4 50	19 12	111	10 15 45	2 07,0	10 47 04	51,7	22 13 38
26	478	4 52	19 10	110	10 19 25	1 50,3	10 26 19	52,1	22 17 35
27	479	4 54	19 07	110	10 23 05	1 33,2	10 05 23	52,5	22 21 31
28	480	4 56	19 04	109	10 26 44	1 15,7	9 44 18	52,9	22 25 28
29	481	4 58	19 02	108	10 30 22	0 57,9	9 23 03	53,3	22 29 24
30	482	5 00	19 00	108	10 34 01	0 39,7	9 01 40	53,7	22 33 21
31	483	5 02	18 57	107	10 37 39	+0 21,3	+8 40 07	−54,0	22 37 18

Планеты: Меркурий (утром, в первой половине месяца), Венера (утром), Марс (вечером) (?), Уран (вечером), Нептун (вечером).

10 августа произойдет кольцеобразное солнечное затмение, невидимое на территории СССР (см. стр. 69).

26 августа произойдет полутеневое лунное затмение, видимое в крайне западных районах СССР (см. стр. 72).

Метеорные потоки: 1—17 августа Персеиды (максимум 11—12 августа); 1—15 августа Кассиопеиды; 10—24 августа Цефеиды, 1—22 августа δ-Аквариды.

ЛУНА

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
Август								
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	22 16	3 55	10 12	96	91	0 26 09	—1 15,9	16,3
2	22 39	4 48	11 35	104	100	1 20 27	+3 33,6	16,2
3	23 04	5 40	12 57	112	109	2 14 42	8 02,2	16,1
4	23 33	6 32	14 17	118	116	3 09 22	12 12,2	16,0
5	—	7 26	15 32	—	122	4 04 44	15 32,2	15,9
6	0 09	8 20	16 40	123	125	5 00 48	17 57,2	15,8
7	0 52	9 15	17 40	126	127	5 57 11	19 20,1	15,6
8	1 44	10 08	18 29	127	126	6 53 14	19 37,7	15,5
9	2 44	11 01	19 08	125	123	7 48 14	18 51,8	15,4
10	3 49	11 51	19 40	121	118	8 41 33	17 08,5	15,2
11	4 58	12 38	20 05	115	112	9 32 48	14 37,0	15,1
12	6 07	13 24	20 27	109	105	10 21 57	11 28,1	15,0
13	7 16	14 08	20 46	102	98	11 09 12	7 52,8	14,9
14	8 24	14 50	21 03	94	91	11 55 00	4 01,3	14,8
15	9 32	15 32	21 21	87	84	12 39 53	+0 02,7	14,8
16	10 39	16 14	21 39	80	77	13 24 30	—3 54,5	14,8
17	11 46	16 57	21 59	73	70	14 09 31	7 42,8	14,8
18	12 53	17 42	22 22	66	64	14 55 35	11 14,3	14,9
19	14 01	18 28	22 50	60	59	15 43 19	14 20,9	15,0
20	15 07	19 18	23 25	56	55	16 33 13	16 33,3	15,1
21	16 09	20 10	—	53	—	17 25 35	18 41,6	15,3
22	17 05	21 05	0 10	53	53	18 20 24	19 35,3	15,6
23	17 52	22 01	1 07	55	53	19 17 17	19 25,3	15,8
24	18 32	22 58	2 15	60	56	20 15 32	18 05,9	16,1
25	19 05	23 55	3 33	66	62	21 14 17	15 37,2	16,3
26	19 32	—	4 56	74	69	22 12 45	12 06,0	16,4
27	19 57	0 51	6 23	83	78	23 10 28	7 46,1	16,5
28	20 20	1 46	7 50	92	88	0 07 19	—2 55,7	16,6
29	20 43	2 40	9 17	101	97	1 03 30	+2 04,6	16,5
30	21 08	3 34	10 42	109	106	1 59 22	6 54,1	16,4
31	21 36	4 28	12 04	116	114	2 55 18	+11 14,5	16,2

☾ 3 августа 12 ч. 01 м.
● 10 » 19 ч. 10 м.
☽ 18 » 22 ч. 29 м.
○ 26 » 3 ч. 43 м.
Луна в апогее 15 августа 18 ч.
Луна в перигее 27 » 19 ч.
Луна в восходящем узле 10 авг. 23 ч.
Луна в нисходящем узле 25 » 7 ч.

Соединения планет с Луной:

7 авг. 1 ч. 54 м. Венера на 0°,3 к югу.
9 » 10 ч. 12 м. Меркурий на 2° к сев.
12 » 20 ч. 42 м. Юпитер на 1° к югу.
13 » 19 ч. 30 м. Сатурн на 1° к югу.
15 » 21 ч. 06 м. Марс на 5° к югу.
18 » 10 ч. 54 м. Уран на 5° к югу.
20 » 19 ч. 54 м. Нептун на 3° к югу.

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звездное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
					Сентябрь				
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	484	5 04	18 54	106	10 41 17	+0 02,5	8 18 26	−54,4	22 41 14
2	485	5 06	18 52	106	10 44 54	−0 16,6	7 56 38	54,7	22 45 11
3	486	5 08	18 49	105	10 48 31	0 35,9	7 34 41	55,0	22 49 07
4	487	5 10	18 46	104	10 52 08	0 55,5	7 12 37	55,3	22 53 04
5	488	5 12	18 44	104	10 55 45	1 15,3	6 50 26	55,6	22 57 00
6	489	5 14	18 41	103	10 59 22	1 35,3	6 28 08	55,9	23 00 57
7	490	5 16	18 38	102	11 02 58	1 55,5	6 05 43	56,2	23 04 53
8	491	5 18	18 36	102	11 06 34	2 15,9	5 43 13	56,4	23 08 50
9	492	5 20	18 33	101	11 10 10	2 36,4	5 20 36	56,6	23 12 47
10	493	5 22	18 30	100	11 13 46	2 57,2	4 57 55	56,8	23 16 43
11	494	5 24	18 28	100	11 17 22	3 18,0	4 35 08	57,0	23 20 40
12	495	5 26	18 25	99	11 20 57	3 39,0	4 12 16	57,2	23 24 36
13	496	5 28	18 22	98	11 24 33	4 00,1	3 49 20	57,4	23 28 33
14	497	5 30	18 20	98	11 28 08	4 21,3	3 26 20	57,6	23 32 29
15	498	5 32	18 18	97	11 31 43	4 42,5	3 03 17	57,7	23 36 26
16	499	5 34	18 15	96	11 35 19	5 03,8	2 40 10	57,9	23 40 22
17	500	5 36	18 12	95	11 38 54	5 25,2	2 17 00	58,0	23 44 19
18	501	5 38	18 10	95	11 42 29	5 46,5	1 53 47	58,1	23 48 15
19	502	5 39	18 07	94	11 46 04	6 07,8	1 30 32	58,2	23 52 12
20	503	5 41	18 04	93	11 49 39	6 29,2	1 07 14	58,2	23 56 09
21	504	5 43	18 01	93	11 53 15	6 50,5	0 43 56	58,3	0 00 05
22	505	5 45	17 58	92	11 56 50	7 11,7	+0 20 35	58,4	0 04 02
23	506	5 47	17 56	91	12 00 25	7 32,8	−0 02 46	58,4	0 07 58
24	507	5 49	17 53	91	12 04 01	7 53,8	0 26 08	58,4	0 11 55
25	508	5 51	17 50	90	12 07 37	8 14,7	0 49 30	58,4	0 15 51
26	509	5 53	17 48	89	12 11 13	8 35,4	1 12 52	58,4	0 19 48
27	510	5 55	17 46	88	12 14 49	8 55,9	1 36 14	58,4	0 23 44
28	511	5 57	17 43	88	12 18 25	9 16,2	1 59 35	58,4	0 27 41
29	512	5 59	17 40	87	12 22 01	9 36,2	2 22 56	58,3	0 31 38
30	513	6 01	17 38	86	12 25 38	−9 56,0	−2 46 15	−58,3	0 35 34

Планеты: Венера (утром) (!), Марс (вечером) (?), Нептун (вечером).

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек: восхода	Азимуты точек: захода	α	δ	r
	для $\lambda = 0^{ч}$ и $\varphi = 56°$					в $0^{ч}$ всемирного времени		
				Сентябрь				
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	22 10	5 22	13 22	122	120	3 51 31	+14 50,6	16,1
2	22 50	6 17	14 33	126	125	4 47 59	17 30,9	15,9
3	23 40	7 11	15 36	127	127	5 44 25	19 08,5	15,7
4	—	8 04	16 27	—	126	6 40 19	19 40,8	15,5
5	0 37	8 57	17 09	126	124	7 35 05	19 09,5	15,3
6	1 40	9 47	17 42	123	119	8 28 12	17 40,4	15,2
7	2 47	10 35	18 09	117	114	9 16 24	15 21,5	15,1
8	3 55	11 20	18 32	111	107	10 08 37	12 22,9	14,9
9	5 04	12 05	18 51	104	100	10 56 03	8 54,5	14,9
10	6 12	12 47	19 09	97	93	11 42 03	5 06,5	14,8
11	7 20	13 29	19 26	90	86	12 27 05	+1 08,5	14,7
12	8 27	14 11	19 44	82	79	13 11 43	—2 50,8	14,7
13	9 34	14 54	20 03	75	72	13 56 30	6 42,9	14,7
14	10 41	15 37	20 24	68	66	14 42 01	10 19,9	14,8
15	11 48	16 23	20 50	62	60	15 28 48	13 33,6	14,8
16	12 54	17 10	21 21	57	56	16 17 18	16 15,7	14,9
17	13 56	18 00	22 01	54	53	17 07 51	18 17,1	15,1
18	14 53	18 52	22 51	53	53	18 00 34	19 29,0	15,3
19	15 43	19 46	23 52	54	54	18 55 18	19 42,7	15,5
20	16 26	20 42	—	57	—	19 51 40	18 51,8	15,8
21	17 01	21 38	1 04	63	59	20 49 04	16 53,3	16,1
22	17 30	22 33	2 24	70	65	21 46 55	13 49,3	16,3
23	17 56	23 29	3 49	79	73	22 44 43	9 48,5	16,5
24	18 20	—	5 17	88	83	23 42 19	—5 05,4	16,7
25	18 43	0 25	6 46	97	92	0 39 44	+0 00,4	16,7
26	19 08	1 20	8 15	106	102	1 37 11	5 06,6	16,7
27	19 35	2 16	9 42	114	111	2 34 55	9 50,7	16,6
28	20 08	3 13	11 06	121	118	3 33 01	13 53,1	16,4
29	20 47	4 09	12 23	125	124	4 31 19	16 58,5	16,2
30	21 34	5 05	13 30	127	127	5 29 23	+18 57,7	15,9

☾ 1 сентября 18 ч. 08 м.
● 9 » 10 ч. 01 м.
☽ 17 » 13 ч. 55 м.
○ 24 » 12 ч. 09 м.
Луна в апогее 12 сентября 9 ч.
Луна в перигее 25 » 3 ч.
Луна в восходящем узле 7 сент. 5 ч.
Луна в нисходящем узле 21 » 16 ч.

Соединения планет с Луной:
5 сент. 9 ч. 48 м. Венера на 0°,1 к сев.
10 » 11 ч. 24 м. Меркурий на 3° к югу.
13 » 18 ч. 00 м. Марс на 6° к югу.
14 » 19 ч. 36 м. Уран на 5° к югу.
17 » 4 ч. 06 м. Нептун на 3° к югу

Числа	Дни юлианского периода	Восход	Заход	Азимуты точек в. и з.	Прямое восхождение, α	Уравнение времени, η	Склонение, δ	Часов. измен. склон., Δδ	Звездное время, S_0
		для λ=0ч и φ=56°			в 0ч всемирного времени				
					Октябрь				
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	514	6 03	17 35	86	12 29 15	—10 15,5	—3 09 33	—58,2	0 39 31
2	515	6 05	17 32	85	12 32 53	10 34,7	3 32 49	58,1	0 43 27
3	516	6 07	17 30	84	12 36 30	10 53,5	3 56 02	58,0	0 47 24
4	517	6 09	17 27	84	12 40 08	11 12,0	4 19 13	57,9	0 51 20
5	518	6 11	17 24	83	12 43 47	11 30,2	4 42 21	57,9	0 55 17
6	519	6 13	17 22	82	12 47 25	11 48,0	5 05 25	57,6	0 59 13
7	520	6 15	17 20	81	12 51 05	12 05,4	5 28 26	57,4	1 03 10
8	521	6 17	17 17	81	12 54 44	12 22,3	5 51 22	57,3	1 07 07
9	522	6 19	17 14	80	12 58 24	12 38,9	6 14 14	57,1	1 11 03
10	523	6 21	17 12	79	13 02 05	12 55,0	6 37 01	56,8	1 15 00
11	524	6 23	17 10	79	13 05 46	13 10,6	6 59 43	56,6	1 18 56
12	525	6 25	17 07	78	13 09 27	13 25,8	7 22 19	56,4	1 22 53
13	526	6 27	17 04	77	13 13 09	13 40,4	7 44 49	56,1	1 26 49
14	527	6 29	17 02	77	13 16 51	13 54,6	8 07 13	55,8	1 30 46
15	528	6 31	17 00	76	13 20 34	14 08,2	8 29 29	55,6	1 34 42
16	529	6 34	16 57	75	13 24 18	14 21,3	8 51 39	55,2	1 38 39
17	530	6 36	16 54	75	13 28 02	14 33,8	9 13 41	54,9	1 42 36
18	531	6 38	16 52	74	13 31 46	14 45,8	9 35 34	54,6	1 46 32
19	532	6 40	16 50	73	13 35 31	14 57,1	9 57 20	54,2	1 50 29
20	533	6 42	16 47	73	13 39 17	15 07,9	10 18 56	53,8	1 54 25
21	534	6 44	16 44	72	13 43 04	15 18,0	10 40 24	53,4	1 58 22
22	535	6 46	16 42	71	13 46 51	15 27,5	11 01 41	53,0	2 02 18
23	536	6 48	16 40	71	13 50 38	15 36,3	11 22 49	52,6	2 06 15
24	537	6 50	16 38	70	13 54 27	15 44,5	11 43 47	52,2	2 10 11
25	538	6 52	16 35	69	13 58 16	15 51,9	12 04 33	51,7	2 14 08
26	539	6 54	16 33	69	14 02 06	15 58,6	12 25 09	51,2	2 18 04
27	540	6 56	16 31	68	14 05 56	16 04,6	12 45 33	50,8	2 22 01
28	541	6 58	16 28	67	14 09 48	16 09,8	13 05 46	50,3	2 25 58
29	542	7 01	16 26	67	14 13 40	16 14,2	13 25 46	50,0	2 29 54
30	543	7 03	16 24	66	14 17 33	16 17,9	13 45 33	49,2	2 33 51
31	544	7 05	16 22	66	14 21 27	—16 20,7	—14 05 08	—48,7	2 37 47

Планеты: Венера (утром) (!), Марс (вечером) (?), Юпитер (утром), Сатурн (утром) (?), Нептун (вечером) (?).

Метеорные потоки: 8—10 Дракониды, 14—20 Тауриды, 14—26 Ориониды.

2 октября 23 ч. 36 м. Марс проходит южнее Урана на 1°.

30 октября 20 ч. 24 м. Венера проходит севернее Юпитера на 0°,4.

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек: восхода	Азимуты точек: захода	α	δ	r
	для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$					в $0^ч$ всемирного времени		
	Октябрь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	22 30	6 00	14 26	127	127	6 26 38	+19 47,7	15,7
2	23 32	6 53	15 11	124	125	7 22 23	19 30,7	15,4
3	—	7 44	15 46	—	121	8 16 09	18 13,3	15,3
4	0 38	8 33	16 15	119	116	9 07 43	16 04,3	15,1
5	1 46	9 19	16 38	114	110	9 57 06	13 13,5	15,0
6	2 54	10 03	16 58	107	103	10 44 35	9 51,1	14,9
7	4 02	10 46	17 16	100	96	11 30 34	6 06,6	14,8
8	5 10	11 28	17 33	92	88	12 15 35	+2 09,3	14,7
9	6 18	12 10	17 50	85	81	13 00 10	—1 52,1	14,7
10	7 25	12 52	18 08	77	74	13 44 51	5 49,0	14,7
11	8 33	13 35	18 28	70	68	14 30 10	9 32,9	14,7
12	9 40	14 20	18 52	64	62	15 16 35	12 55,3	14,8
13	10 46	15 06	19 21	58	57	16 04 29	15 47,5	14,8
14	11 49	15 55	19 57	55	54	16 54 06	18 00,8	15,0
15	12 47	16 45	20 42	52	52	17 45 32	19 26,8	15,1
16	13 39	17 37	21 37	52	53	18 38 37	19 58,0	15,3
17	14 23	18 30	22 42	55	56	19 33 04	19 28,7	15,5
18	14 59	19 24	23 57	59	62	20 28 26	17 55,7	15,7
19	15 30	20 18	—	66	—	21 24 18	15 19,5	16,0
20	15 56	21 12	1 17	74	69	22 20 24	11 45,2	16,2
21	16 19	22 07	2 42	83	78	23 16 39	7 22,3	16,5
22	16 42	23 02	4 10	92	87	0 13 12	—2 25,6	16,6
23	17 06	23 58	5 39	101	97	1 10 20	+2 45,4	16,7
24	17 31	—	7 09	101	106	2 08 22	7 48,4	16,7
25	18 02	0 55	8 37	118	115	3 07 27	12 20,3	16,7
26	18 39	1 54	10 01	124	122	4 07 23	16 00,4	16,5
27	19 24	2 52	11 16	127	126	5 07 42	18 33,5	16,3
28	20 18	3 50	12 19	127	128	6 07 24	19 52,3	16,0
29	21 20	4 46	13 10	126	126	7 05 35	19 57,2	15,7
30	22 26	5 39	13 50	122	123	8 01 27	18 55,1	15,5
31	23 35	6 30	14 20	116	118	8 54 37	+16 56,3	15,3

☾ 1 октября 3 ч. 19 м.
● 9 » 2 ч. 50 м.
☽ 17 » 3 ч. 48 м.
○ 23 » 20 ч. 53 м.
☾ 30 » 16 ч. 34 м.
Луна в апогее 9 октября 15 ч.
Луна в перигее 23 » 14 ч
Луна в восходящем узле 4 октября 9 ч.
Луна в нисходящем узле 18 окт. 22 ч.
Луна в восходящем узле 31 окт. 10 ч.

Соединение планет с Луной:

5 окт. 6 ч. 36 м. Венера на 0°,7 к югу.
7 » 8 ч. 36 м. Юпитер на 2° к югу.
11 » 4 ч. 24 м. Меркурий на 8° к югу.
12 » 4 ч. 24 м. Уран на 5° к югу.
12 » 17 ч. 42 м. Марс на 6° к югу.
14 » 11 ч. 30 м. Нептун на 3° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлиан- ского периода	Вос- ход	Заход	Ази- муты точек в. и з.	Прямое восхож- дение, α	Уравне- ние времени, η	Склоне- ние, δ	Часов. измен. склон., $\Delta\delta$	Звезд- ное время S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
				Ноябрь					
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	545	7 07	16 20	65	14 25 21	−16 22,8	−14 24 29	−48,1	2 41 44
2	546	7 09	16 17	64	14 29 16	16 24,0	14 43 36	47,5	2 45 40
3	547	7 11	16 15	64	14 33 12	16 24,4	15 02 30	46,9	2 49 37
4	548	7 13	16 13	63	14 37 09	16 24,0	15 21 08	46,3	2 53 33
5	549	7 16	16 11	62	14 41 07	16 22,8	15 39 31	45,7	2 57 30
6	550	7 18	16 09	62	14 45 06	16 20,7	15 57 39	45,0	3 01 27
7	551	7 20	16 07	61	14 49 05	16 17,8	16 15 31	44,3	3 05 23
8	552	7 22	16 05	61	14 53 06	16 14,0	16 33 07	43,6	3 09 20
9	553	7 24	16 03	60	14 57 07	16 09,4	16 50 26	42,9	3 13 16
10	554	7 26	16 01	60	15 01 09	16 04,0	17 07 28	42,2	3 17 13
11	555	7 28	15 59	59	15 05 12	15 57,7	17 24 12	41,5	3 21 09
12	556	7 30	15 57	59	15 09 15	15 50,6	17 40 38	40,7	3 25 06
13	557	7 32	15 56	58	15 13 20	15 42,6	17 56 46	39,9	3 29 02
14	558	7 35	15 54	58	15 17 25	15 33,8	18 12 35	39,2	3 32 59
15	559	7 37	15 52	57	15 21 31	15 24,2	18 28 05	38,3	3 36 56
16	560	7 39	15 50	57	15 25 38	15 13,7	18 43 16	37,5	3 40 52
17	561	7 41	15 48	56	15 29 46	15 02,4	18 58 06	36,7	3 44 49
18	562	7 43	15 47	56	15 33 55	14 50,4	19 12 36	35,8	3 48 45
19	563	7 45	15 45	55	15 38 04	14 37,5	19 26 45	35,0	3 52 42
20	564	7 47	15 44	54	15 42 15	14 23,8	19 40 33	34,1	3 56 38
21	565	7 49	15 42	54	15 46 26	14 09,3	19 54 00	33,2	4 00 35
22	566	7 51	15 41	54	15 50 37	13 54,0	20 07 04	32,2	4 04 31
23	567	7 53	15 40	53	15 54 50	13 37,9	20 19 47	31,3	4 08 28
24	568	7 55	15 39	53	15 59 04	13 21,0	20 32 07	30,4	4 12 25
25	569	7 56	15 38	52	16 03 18	13 03,4	20 44 05	29,4	4 16 21
26	570	7 58	15 36	52	16 07 33	12 45,0	20 55 39	28,4	4 20 18
27	571	8 00	15 35	52	16 11 48	12 25,8	21 06 50	27,5	4 24 14
28	572	8 02	15 34	51	16 16 05	12 05,9	21 17 37	26,5	4 28 11
29	573	8 04	15 33	51	16 20 22	11 45,2	21 28 00	25,4	4 32 07
30	574	8 05	15 32	50	16 24 40	−11 23,9	−21 37 58	−24,4	4 36 04

Планеты: Меркурий (утром, со второй недели месяца), Венера (утром), Марс (вечером) (?), Юпитер (во второй половине ночи), Сатурн (во второй половине ночи), Нептун (вечером в первой половине месяца) (?).

Метеорные потоки: 8—19 Леониды, 10—27 Андромедиды.

3 ноября 21 ч. 54 м. Венера проходит южнее Сатурна на 0°,6.

10 ноября 12 ч. 36 м. Марс проходит севернее Нептуна на 2°.

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и для φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Ноябрь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	—	7 17	14 45	—	112	9 45 07	+14 12,4	15,1
2	0 44	8 02	15 06	109	105	10 33 14	10 54,5	14,9
3	1 52	8 45	15 24	102	98	11 19 30	7 12,7	14,8
4	3 00	9 27	15 41	95	91	12 04 33	+3 16,0	14,7
5	4 08	10 09	15 57	87	85	12 49 01	—0 47,0	14,7
6	5 15	10 51	16 15	80	77	13 33 31	4 48,3	14,7
7	6 23	11 33	16 34	72	70	14 18 38	8 39,5	14,7
8	7 31	12 18	16 56	66	63	15 04 53	12 11,8	14,8
9	8 39	13 04	17 23	60	58	15 52 38	15 16,0	14,8
10	9 44	13 52	17 56	55	54	16 42 05	17 42,8	14,9
11	10 44	14 42	18 38	52	52	17 33 17	19 23,3	15,0
12	11 38	15 33	19 29	52	52	18 25 57	20 09,9	15,2
13	12 24	16 25	20 30	53	54	19 19 42	19 57,0	15,3
14	13 02	17 17	21 40	57	59	20 14 00	18 42,3	15,5
15	13 33	18 10	22 56	63	65	21 08 26	16 26,6	15,7
16	13 59	19 02	—	70	—	22 02 44	13 14,5	15,9
17	14 22	19 54	0 16	78	73	22 56 55	9 13,8	16,1
18	14 44	20 47	1 39	87	82	23 51 15	—4 35,8	16,3
19	15 06	21 40	3 05	96	92	0 46 11	+0 24,8	16,5
20	15 29	22 36	4 33	106	101	1 42 15	5 29,9	16,6
21	15 56	23 34	6 01	114	111	2 39 54	10 18,3	16,6
22	16 29	—	7 29	121	119	3 39 17	14 28,1	16,6
23	17 10	0 33	8 50	126	124	4 40 04	17 39,2	16,5
24	18 00	1 33	10 03	128	128	5 41 24	19 37,4	16,3
25	19 01	2 32	11 02	127	128	6 42 03	20 16,8	16,1
26	20 08	3 28	11 48	124	125	7 40 46	19 40,7	15,8
27	21 18	4 22	12 23	119	121	8 36 41	17 59,1	15,5
28	22 29	5 11	12 51	112	115	9 29 29	15 25,2	15,3
29	23 39	5 58	13 13	105	108	10 19 21	12 12,3	15,1
30	—	6 42	13 32	—	101	11 06 45	+8 32,5	14,9

● 7 ноября 20 ч. 43 м.
☽ 15 » 15 ч 48 м.
○ 22 » 6 ч. 40 м.
☾ 29 » 9 ч. 59 м.
Луна в апогее 5 ноября 17 ч.
Луна в перигее 21 » 1 ч.
Луна в нисходящем узле 15 нояб. 0 ч.
Луна в восходящем узле 27 » 12 ч.

Соединения планет с Луной:

4 нояб. 1 ч. 24 м. Юпитер на 3° к югу.
4 » 9 ч. 42 м. Сатурн на 2° к югу.
4 » 10 ч. 54 м. Венера на 2° к югу.
10 » 18 ч. 42 м. Нептун на 3° к югу.
10 » 19 ч. 06 м. Марс на 5° к югу.

СОЛНЦЕ

Числа	Дни юлиан-ского периода	Вос-ход	Заход	Ази-муты точек в. и з.	Прямое восхож-дение, α	Уравне-ние времени, η	Склоне-ние, δ	Часов. измен. склон., Δδ	Звезд-ное время, S_0
		для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$			в $0^ч$ всемирного времени				
Декабрь									
	2444	ч м	ч м	∓°	ч м с	м с	° ′ ″	″	ч м с
1	575	8 07	15 31	50	16 28 59	−11 01,9	−21 47 32	−23,4	4 40 00
2	576	8 08	15 30	50	16 33 18	10 39,2	21 56 41	22,4	4 43 57
3	577	8 10	15 30	49	16 37 38	10 15,8	22 05 25	21,3	4 47 54
4	578	8 12	15 29	49	16 41 58	9 51,9	22 13 43	20,2	4 51 50
5	579	8 13	15 28	49	16 46 19	9 27,4	22 21 35	19,1	4 55 47
6	580	8 14	15 28	49	16 50 41	9 02,3	22 29 02	18,0	4 59 43
7	581	8 16	15 27	48	16 55 03	8 36,6	22 36 02	17,0	5 03 40
8	582	8 18	15 26	48	16 59 26	8 10,5	22 42 35	15,8	5 07 36
9	583	8 19	15 26	48	17 03 49	7 43,9	22 48 42	14,7	5 11 33
10	584	8 20	15 26	48	17 08 13	7 16,8	22 54 22	13,6	5 15 29
11	585	8 22	15 26	47	17 12 37	6 49,3	22 59 34	12,5	5 19 26
12	586	8 23	15 25	47	17 17 01	6 21,5	23 04 20	11,3	5 23 22
13	587	8 24	15 25	47	17 21 26	5 53,3	23 08 38	10,2	5 27 19
14	588	8 25	15 25	47	17 25 51	5 24,8	23 12 28	9,0	5 31 16
15	589	8 26	15 25	47	17 30 16	4 56,1	23 15 51	7,9	5 35 12
16	590	8 26	15 25	47	17 34 42	4 27,1	23 18 45	6,7	5 39 09
17	591	8 27	15 25	47	17 39 07	3 57,9	23 21 12	5,5	5 43 05
18	592	8 28	15 26	47	17 43 33	3 28,6	23 23 10	4,4	5 47 02
19	593	8 28	15 26	47	17 47 59	2 59,1	23 24 41	3,2	5 50 58
20	594	8 29	15 26	47	17 52 26	2 29,4	23 25 43	2,0	5 54 55
21	595	8 30	15 27	47	17 56 52	1 59,8	23 26 17	−0,8	5 58 52
22	596	8 30	15 28	47	18 01 18	1 30,0	23 26 22	+0,4	6 02 48
23	597	8 30	15 28	47	18 05 45	1 00,2	23 26 00	1,5	6 06 45
24	598	8 31	15 28	47	18 10 11	0 30,4	23 25 09	2,7	6 10 41
25	599	8 31	15 29	47	18 14 37	−0 00,7	23 23 50	3,9	6 14 38
26	600	8 31	15 30	47	18 19 03	+0 29,0	23 22 03	5,0	6 18 34
27	601	8 32	15 31	47	18 23 30	0 58,5	23 19 48	6,2	6 22 31
28	602	8 32	15 32	47	18 27 56	1 28,0	23 17 04	7,4	6 26 28
29	603	8 32	15 33	47	18 32 21	1 57,3	23 13 53	8,6	6 30 24
30	604	8 32	15 34	47	18 36 47	2 26,4	23 10 14	9,7	6 34 21
31	605	8 32	15 35	47	18 41 12	+2 55,2	−23 06 06	+10,9	6 38 17

Планеты: Меркурий (утром, в начале месяца), Венера (утром), Марс (вечером) (?), Юпитер (после полуночи), Сатурн (после полуночи), Уран (утром).

Метеорные потоки: 1—18 Геминиды, 20—25 — Урсиды.

3 декабря 13 ч. 42 м. Меркурий проходит южнее Урана на 1°.

16 декабря 1 ч. 48 м. Венера проходит севернее Урана на 1°.

Числа	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восхода	Азимуты точек захода	α	δ	r
	для λ = 0ч и φ = 56°					в 0ч всемирного времени		
	Декабрь							
	ч м	ч м	ч м	—°	+°	ч м с	° ′	′
1	0 48	7 25	13 49	98	94	11 52 23	+4 36,2	14,8
2	1 56	8 07	14 05	90	86	12 37 00	+0 31,8	14,8
3	3 03	8 48	14 22	82	79	13 21 21	—3 32,8	14,7
4	4 11	9 31	14 40	75	72	14 06 08	7 29,8	14,7
5	5 20	10 27	15 00	68	66	14 51 59	11 11,1	14,8
6	6 28	11 00	15 25	62	60	15 39 23	14 27,5	14,9
7	7 35	11 48	15 56	56	55	16 28 42	17 09,5	15,0
8	8 38	12 38	16 35	53	52	17 19 58	19 07,1	15,1
9	9 36	13 29	17 23	51	51	18 12 57	20 11,3	15,2
10	10 25	14 22	18 22	52	53	19 07 08	20 15,5	15,3
11	11 06	15 15	19 29	55	57	20 01 51	19 16,5	15,4
12	11 39	16 07	20 43	60	63	20 56 26	17 15,5	15,6
13	12 06	16 58	22 01	67	70	21 50 27	14 17,7	15,7
14	12 29	17 49	23 22	76	79	22 43 48	10 31,6	15,9
15	12 50	18 39	—	83	—	23 36 41	6 08,3	16,0
16	13 11	19 31	0 44	92	88	0 29 35	—1 20,8	16,2
17	13 32	20 23	2 07	101	97	1 23 13	+3 35,9	16,3
18	13 56	21 18	3 32	110	106	2 18 10	8 24,7	16,4
19	14 24	22 15	4 58	117	115	3 14 57	12 46,8	16,4
20	14 59	23 13	6 21	124	122	4 13 44	16 22,8	16,4
21	15 44	—	7 38	127	126	5 14 07	18 55,5	16,3
22	16 39	0 13	8 45	128	128	6 15 06	20 13,2	16,2
23	17 44	1 11	9 39	126	127	7 15 22	20 12,4	16,0
24	18 55	2 08	10 20	122	124	8 13 37	18 58,5	15,8
25	20 08	3 01	10 52	116	118	9 08 59	16 42,9	15,5
26	21 20	3 50	11 17	109	112	10 01 13	13 40,3	15,3
27	22 31	4 36	11 38	101	105	10 50 34	10 04,9	15,1
28	23 40	5 20	11 56	94	97	11 37 34	6 09,0	15,0
29	—	6 03	12 12	—	90	12 22 58	+2 03,0	14,9
30	0 48	6 43	12 29	86	82	13 07 34	—2 04,6	14,8
31	1 56	7 27	12 46	78	75	13 52 08	—6 06,1	14,8

● 7 декабря 14 ч. 36 м.
☽ 15 » 1 ч. 48 м.
○ 21 » 18 ч. 09 м.
☾ 29 » 6 ч. 33 м.
Луна в апогее 3 декабря 4 ч.
Луна в перигее 19 декабря 5 ч.
Луна в апогее 30 » 23 ч.
Луна в нисходящем узле 12 дек. 1 ч.
Луна в восходящем узле 24 » 18 ч.

Соединения планет с Луной:

1 дек. 17 ч. 12 м. Юпитер на 3° к югу.
1 » 21 ч. 24 м. Сатурн на 2° к югу.
4 » 20 ч. 42 м. Венера на 4° к югу.
5 » 23 ч. 48 м. Уран на 5° к югу.
6 » 7 ч. 42 м. Меркурий на 4° к югу
9 » 20 ч. 42 м. Марс на 4° к югу.
29 » 7 ч. 06 м. Юпитер на 3° к югу
29 » 8 ч. 12 м. Сатурн на 2° к югу.

ПЛАНЕТЫ

Меркурий

В 1980 г. наступят два вечерних и два утренних периода видимости Меркурия. Первый и наиболее благоприятный в средней полосе страны период вечерней видимости планеты продлится с конца первой недели февраля до начала марта, когда планета будет видна после захода Солнца в западной области неба, перемещаясь в прямом направлении до 20 февраля по созвездию Водолея, а затем — по созвездию Рыб, в котором 25 февраля ее прямое движение сменится попятным. Благодаря большому блеску, меняющемуся от $-1^m,0$ в начале периода видимости до $-0^m,3$ к его середине, Меркурий будет четко выделяться на фоне вечернего неба, но все же уступать по блеску Венере, которая будет видна в той же области неба значительно выше Меркурия.

За этот период вечерней видимости геоцентрическое расстояние Меркурия сократится с 1,262 до 0,670 астрономической единицы (а. е.), а его видимый диаметр увеличится с $5''$ до $10''$. Вблизи дня наибольшей восточной элонгации в 18°, наступающей 19 февраля, продолжительность видимости планеты в средней полосе страны достигнет почти 70 минут, что благоприятствует ее успешным наблюдениям.

Хотя после нижнего соединения с Солнцем 6 марта планета ко 2 апреля отойдет от него к западу на 28° (максимальное значение наибольшей элонгации), тем не менее в утреннее время она видна не будет, так как ее склонение отрицательно, и она восходит позже, а заходит раньше Солнца.

Спустя неделю после верхнего соединения Меркурия с Солнцем (13 мая) начнется второй период вечерней видимости планеты, наиболее благоприятный в южных районах страны, где к середине периода продолжительность видимости возрастет до 72 мин., а затем станет убывать. В этот период планета видна в северо-западной части небосвода сначала в созвездии Тельца, а 31 мая перейдет в созвездие Близнецов, где 1 июня в $17^ч,5$ по всемирному времени вступит в соединение с Венерой, пройдя всего лишь в 0°,3 севернее нее. В этот день Венера будет ярче Меркурия в 25 раз, так как ее блеск равен $-3^m,8$, а блеск Меркурия $-0^m,3$.

На протяжении этого периода вечерней видимости, продолжающегося до конца четвертой недели июня, геоцентрическое расстояние Меркурия сократится с 1,277 до 0,641 а. е., угловой диаметр возрастет от $5''$ до $10''$, а блеск уменьшится от $-1^m,4$ до $+1^m,5$.

Первый период утренней видимости Меркурия начнется в середине четвертой недели июля и продлится до середины августа. Планета будет видна на фоне утренней зари в северо-восточной области неба сначала в созвездии Близнецов, по которому перемещается прямым движением, а 7 августа перейдет в созвездие Рака. В той же области неба, но значительно выше Меркурия, в созвездии Тельца (а затем в созвездии Близнецов) будет видна Венера. В начале периода видимости Меркурий плохо заметен на утреннем сумеречном небе, так как его блеск незначителен, близок к $+1^m,5$, и в сравнении с блеском Венеры ($-4^m,2$) меньше в 190 раз (!). Но к середине периода видимости блеск Меркурия возрастет до $-0^m,2$, и планета уже будет четко выделяться на небе. К концу периода видимости блеск Меркурия станет равным $-1^m,3$, и Венера будет ярче Меркурия всего лишь в 12 раз.

За этот период утренней видимости геоцентрическое расстояние Меркурия увеличится с 0,688 до 1,272 а. е., а видимый диаметр уменьшится от 10″ до 5″.

После верхнего соединения с Солнцем 26 августа планета в восточной элонгации по вечерам видна не будет, так как ее склонение значительно меньше склонения Солнца и она восходит и заходит днем.

Второй и последний в этом году период утренней видимости планеты, после ее нижнего соединения с Солнцем 3 ноября, наступит в самом начале второй недели месяца и продлится до начала второй недели декабря. В средней полосе страны этот период наиболее благоприятен для утренних наблюдений планеты, так как продолжительность ее видимости возрастет почти до 75 минут. Меркурий будет виден в восточной области небосвода в созвездии Весов, перемещаясь по нему до 12 ноября попятно, а затем — в прямом направлении. В самом начале этого периода видимости Меркурий плохо заметен на небе, так как его блеск близок к $+1^m,5$, но уже через неделю возрастает до 0^m, и планета становится четко различимой. К концу периода видимости блеск планеты увеличивается до $-0^m,5$.

В созвездии Весов 3 декабря в $13^ч,7$ по всемирному времени Меркурий вступит в соединение с Ураном, пройдя в 1° южнее него. К концу периода видимости, 7 декабря, Меркурий перейдет в созвездие Скорпиона.

В этот же период в той же области неба находится Венера, располагающаяся выше Меркурия и превосходящая его по блеску в начале периода в 100 раз, а к концу периода — почти в 15 раз.

На протяжении последнего периода утренней видимости Меркурия его геоцентрическое расстояние увеличивается с 0,720 до 1,338 а. е., а видимый диаметр уменьшается с 9″ до 5″.

В периоды своей видимости Меркурий будет находиться вблизи Луны вечером 17 февраля и 14 июня, а утром — 9 августа и 6 декабря.

Эфемериды Меркурия помещены на стр. 53 и 54, а карты его видимого пути — на стр. 45 и 46.

Венера

Текущий год является одним из наиболее благоприятных для наблюдений Венеры. Период вечерней видимости планеты переходит с декабря 1979 г. и длится до середины первой недели июня 1980 г. Почти весь этот период, вплоть до 24 мая, Венера движется в прямом направлении с запада к востоку.

В самом начале года Венера видна по вечерам невысоко над западной стороной горизонта в созвездии Козерога; ее блеск равен $-3^m,4$, угловой диаметр близок к 12″, геоцентрическое расстояние — около 1,33 а. е., а продолжительность видимости в средней полосе страны составляет примерно 2 часа. Но уже к середине января, при переходе планеты в созвездие Водолея, продолжительность ее видимости увеличивается до 2,5 часов, а в начале февраля, когда планета движется по созвездию Рыб, возрастает до трех часов, и Венера видна уже высоко над горизонтом.

Быстрое перемещение Венеры по созвездиям Рыб (в феврале) и Овна (в марте) приводит к резкому увеличению ее склонения, благодаря чему продолжительность ее вечерней видимости к началу апреля превышает 4 часа. К этому времени геоцентрическое расстояние планеты сокращается до 0,747 а. е., угловой диаметр увеличивается до 22″, а блеск возрастает до $-3^m,9$.

В апреле и в первой половине мая Венера перемещается в прямом направлении по созвездию Тельца, в котором 2 и 3 апреля пройдет вблизи звездного скопления Плеяд, а 5 апреля достигнет наибольшей восточной элонгации в 46°. Хотя в апреле и в первой неделе мая склонение Венеры продолжает увеличиваться, продолжительность ее видимости с середины апреля начинает сокращаться, поскольку планета постепенно сближается с Солнцем. К середине мая, когда Венера переходит в созвездие Близнецов, ее прямое движение в преддверии стояния резко замедляется, геоцентрическое расстояние уменьшается до 0,420 а. е., угловой диаметр увеличивается до 40″, блеск возрастает до наибольшего значения $-4^m,2$, но продолжительность ее вечерней видимости сокращается до 2,5 часов.

После стояния, наступающего 24 мая, Венера движется попятно, быстро сближается с Солнцем, и к 1 июня продолжительность ее видимости резко сокращается до 0,6 часа. В этот день в $17^ч,5$ по всемирному времени Венера вступит в соединение с Меркурием, который пройдет в 0°,3 севернее нее. 5 июня Венера возвратится в созвездие Тельца, ее вечерняя видимость прекратится, и 15 июня произойдет ее нижнее соединение с Солнцем на геоцентрическом расстоянии в 0,289 а.е., при котором угловой диаметр планеты станет равным 61″.

В конце первой недели июля начинается период утренней видимости Венеры, продолжающийся до конца года. Весь этот период планета движется в прямом направлении, с запада к востоку, и постепенно удаляется от Земли.

В начале этого периода Венера перемещается по созвездию Тельца и видна непродолжительное время на фоне утренней зари в восточной области неба. Но к 6 августа, с переходом в созвездие Близнецов, планета восходит уже на темном фоне неба, продолжительность ее видимости увеличивается до 2,5 часов, блеск достигает $-4^m,1$, но угловой диаметр уменьшается до 30″, так как геоцентрическое расстояние планеты возрастает до 0,561 а. е. В конце июля и в первой половине августа ниже Венеры на небе виден Меркурий.

Во второй половине августа начинается наиболее благоприятное время для предутренних наблюдений Венеры, которая 24 августа достигнет наибольшей западной элонгации и будет находиться в 46° от Солнца. 6 сентября планета перейдет в созвездие Рака, а 24 сентября — в созвездие Льва, и продолжительность ее утренней видимости возрастет почти до 4 часов. 4 октября Венера пройдет в 16′ южнее звезды α Льва ($1^m,34$), которую превзойдет по блеску в 100 раз. 25 октября Венера переместится в созвездие Девы, где уже с начала октября видны Юпитер и Сатурн, располагающиеся на небе ниже Венеры. 30 октября в $20^ч,4$ по всемирному времени Венера вступит в соединение с Юпитером, пройдя в 0°,4 севернее него, в последующие дни будет видна между ним и Сатурном, а после соединения с Сатурном (в 0°,6 южнее него) 3 ноября в $21^ч,9$ расположится на небосводе ниже этих двух планет.

29 ноября Венера перейдет в созвездие Весов, и к этому времени ее геоцентрическое расстояние увеличится до 1,358 а. е., угловой диаметр уменьшится до 12″, блеск до $-3^m,4$, а продолжительность видимости в средней полосе страны сократится почти до двух часов. В декабре Венера видна сравнительно низко над юго-восточной стороной горизонта. 16 декабря Венера пройдет в 1° севернее Урана, 19 декабря перейдет в созвездие Скорпиона, где на другой день окажется в 0°,5 севернее звезды β Скорпиона ($2^m,90$), а 23 декабря переместится в созвездие Змееносца, в котором останется до конца года.

Вблизи Луны Венера будет находиться вечером 20 января, 18 февраля, 19 марта, 17 апреля и 16 мая, а утром — 10 июля, 7 августа, 5 сентября, 5 октября, 4 ноября и 5 декабря.

Эфемерида Венеры помещена на стр. 55, карты ее видимого пути — на стр. 45 и 46 и сведения о продолжительности видимости — на стр. 61.

Марс

Почти всю первую половину года Марс хорошо виден вечером и ночью, высоко поднимаясь над горизонтом вместе с созвездием Льва, по которому он движется с конца октября 1979 г. До 17 января 1980 г. движение планеты прямое, а затем сменяется попятным. В первые дни января геоцентрическое расстояние планеты близко к 0,960 а. е., ее видимый диаметр почти 10″, блеск — около 0^m, и она четко выделяется среди ярких звезд созвездия Льва. Постепенно Марс сближается с Землей и к дню противостояния 25 февраля его видимый диаметр увеличивается до 14″, а блеск до $-1^m,0$, но все же в 2,5 раза меньше блеска Юпитера ($-2^m,0$), находящегося в том же созвездии немного западнее Марса. Наибольшее сближение Марса с Землей до расстояния в 0,677 а. е. = 101,3 млн. км наступит 26 февраля, а затем Марс начнет удаляться.

2 марта в 19ч,2 по всемирному времени Марс, перемещаясь попятно, вступит в соединение с Юпитером, на расстоянии в 3° к северу от него, а 18 марта пройдет в 3°,6 севернее звезды α Льва ($1^m,34$).

После очередного стояния 7 апреля Марс, перемещаясь в прямом направлении, снова пройдет 30 апреля вблизи звезды α Льва, в 1°,8 севернее нее, а 4 мая в 6ч,4 по всемирному времени произойдет второе его соединение с Юпитером на расстоянии в 0°,8 к северу от этой планеты. К этому времени Марс удалится от Земли на 1,045 а. е., его видимый диаметр уменьшится до 9″, а блеск снизится до $+0^m,4$, но продолжительность видимости остается еще близкой к 6 часам и он виден с вечера до рассвета.

На протяжении первого полугодия, благоприятного для наблюдений Марса, к Земле обращен его северный полюс и, следовательно, хорошо просматривается все северное полушарие планеты, а значительная часть ее южного полушария с Земли не видна.

27 мая Марс перейдет в созвездие Девы и с этого времени продолжительность его видимости резко сократится. В этом созвездии 25 июня в 13ч,1 Марс вступит в соединение с Сатурном, пройдя в 2° к югу от него.

К 1 июля Марс удалится от Земли на расстояние в 1,507 а. е. = = 225,4 млн. км, его блеск снизится до $+1^m,2$ и на его диске диаметром 6″ уже трудно будет различать детали.

Всю вторую половину года условия наблюдений Марса совершенно неудовлетворительны: он виден по вечерам низко над горизонтом сначала в западной, а затем в юго-западной области небосвода, причем продолжительность его видимости не превышает 40 минут.

18 августа Марс пройдет в 1°,8 севернее звезды α Девы ($1^m,21$), а 10 сентября перейдет в созвездие Весов, в котором 2 октября в 23ч,6 по всемирному времени произойдет его соединение с Ураном (Марс в 1° южнее Урана). 10 октября Марс переместится в созвездие Скорпиона, а 22 октября — в созвездие Змееносца, где 10 ноября в 12ч,6 вступит в соединение с Нептуном, пройдя в 2° севернее него. С 16 ноября до 29 декабря Марс будет виден в созвездии Стрельца, а затем — в созвездии Козерога. К концу года геоцентрическое расстояние планеты

увеличится до 2,266 а. е. = 339,0 млн. км, его видимый диаметр уменьшится до 4″, а блеск станет равным $+1^m,4$.

Вблизи Марса Луна пройдет 7 января, 3 февраля, 1 и 27 марта, 24 апреля, 22 мая, 19 июня, 18 июля, 15 августа, 13 сентября, 12 октября, 10 ноября и 9 декабря.

Эфемерида Марса приведена на стр. 56, карты его видимого пути — на стр. 47 и 48, сведения о продолжительности видимости — на стр. 61 и физические координаты — на стр. 103—104.

Юпитер

Условия для наблюдений Юпитера вполне благоприятны на протяжении почти всей первой половины года, но особенно хороши с января до середины апреля, так как, находясь в созвездии Льва, он виден с вечера до рассвета и ночью высоко поднимается над горизонтом. С самого начала года Юпитер перемещается попятным движением, и его противостояние с Солнцем наступит 24 февраля. Все эти месяцы блеск планеты близок к $-2^m,0$, а видимый экваториальный диаметр к дню противостояния увеличится почти до 45″.

2 марта в $19^ч,2$ по всемирному времени произойдет соединение Юпитера с Марсом, который пройдет в 3° севернее Юпитера. После стояния 26 апреля Юпитер начнет прямое движение по созвездию Льва и в мае будет виден в западной половине неба с вечера до захода, наступающего во второй половине ночи. 4 мая в $6^ч,4$ по всемирному времени произойдет второе соединение Юпитера с Марсом, который пройдет севернее Юпитера на расстоянии в 0°,8.

В июне Юпитер виден непродолжительное время по вечерам, а в июле — уже на фоне вечерней зари. К этому времени блеск планеты снизится до $-1^m,3$, а видимый экваториальный диаметр уменьшится до 32″. В начале августа видимость Юпитера прекратится, а 13 сентября в созвездии Льва произойдет его соединение с Солнцем.

К началу октября Юпитер появляется на фоне утренней зари в восточной области неба, перемещаясь в прямом направлении по созвездию Девы. Блеск планеты равен $-1^m,3$, а ее видимый экваториальным диаметр близок к 31″. Условия видимости планеты быстро улучшаются и уже к концу октября ее можно видеть на протяжении трех часов до рассвета. 30 октября в $20^ч,4$ по всемирному времени Юпитер вступит в соединение с Венерой, которая пройдет в 0°,4 севернее него.

К концу ноября продолжительность видимости планеты возрастет почти до 5,5 часов, а к концу года — до 7,5 часов, и она будет восходить вблизи полуночи. К этому времени блеск планеты увеличится до $-1^m,6$, ее видимый экваториальный диаметр — до 37″, и к рассвету она будет сравнительно высоко подниматься над горизонтом в южной области неба.

Луна пройдет вблизи Юпитера 7 января, 3 февраля, 1 и 28 марта, 24 апреля, 21 мая, 18 июня, 16 июля, 7 октября, 4 ноября, 1 и 29 декабря.

Эфемерида Юпитера помещена на стр. 57, карта его видимого пути — на стр. 49, сведения о продолжительности видимости — на стр. 61, физические координаты — на стр. 105 и сведения о его галилеевых спутниках — на стр. 108—134.

Сатурн

Для наблюдений Сатурна благоприятна почти вся первая половина года, в особенности с января по май, когда он виден с вечера до рассвета и ночью высоко поднимается над горизонтом. В январе, феврале

и марте он движется по созвездию Девы до 8 января в прямом направлении, а затем попятно, и 14 марта будет в противостоянии с Солнцем. В самом конце марта Сатурн перейдет в созвездие Льва, по которому продолжит попятное движение, а с 23 мая сменит его на прямое.

С середины июня Сатурн виден только по вечерам в западной области небосвода. 25 июня в $13^{ч},1$ по всемирному времени в созвездии Льва произойдет соединение Сатурна с Марсом, который пройдет в 2° южнее Сатурна. С середины июля Сатурн виден уже на фоне вечерней зари, и в середине августа его видимость прекращается. Соединение Сатурна с Солнцем произойдет 23 сентября.

В первой неделе октября Сатурн появляется в восточной области неба на фоне утренней зари, перемещаясь в прямом направлении по созвездию Девы, недалеко от Юпитера, располагающегося над горизонтом несколько выше Сатурна. С каждым днем условия видимости Сатурна улучшаются, и к началу ноября продолжительность видимости достигнет трех часов. 3 ноября в $21^{ч},9$ Сатурн вступит в соединение с Венерой, которая пройдет в 0°,6 южнее Сатурна.

К концу года Сатурн будет восходить около полуночи, и продолжительность его видимости увеличится почти до 8 часов.

Раскрытие кольца Сатурна на протяжении всего года очень мало́. В самом начале года оно равно 0,030 и в небольшие телескопы, с увеличением меньшим $100^{\times}$, кольцо не будет заметно. В середине февраля кольцо исчезнет и для телескопов средней силы, а в середине марта вообще не будет видно, так как его раскрытие уменьшится до нуля. Затем раскрытие кольца начнет постепенно увеличиваться, и к середине апреля кольцо станет видимым в телескопы средней силы. Но увеличившись до 0,027 к середине мая, раскрытие кольца снова начнет уменьшаться, и с середины июня кольцо сможет быть видимо только в сильные телескопы. К 23 июля раскрытие кольца снова уменьшится до нуля.

С начала октября кольцо можно будет видеть в небольшие телескопы. Его раскрытие, равное к этому времени 0,070, возрастет к концу года до 0,127.

Луна пройдет вблизи Сатурна 8 января, 4 февраля, 2 и 30 марта, 26 апреля, 23 мая, 19 июня, 17 июля, 13 августа, 4 ноября, 1 и 29 декабря.

Эфемерида Сатурна приведена на стр. 58, карта его видимого пути на стр. 50, сведения о продолжительности видимости — на стр. 61 и физические координаты — на стр. 107.

Уран

Весь год Уран находится в созвездии Весов, недалеко от его звезд ι, ζ и $\varkappa$, и его путь над горизонтом сравнительно низок. До 29 февраля планета перемещается прямым движением, далее, до 30 июля, попятно, и затем снова в прямом направлении. Противостояние Урана Солнцу произойдет 14 мая, а соединение с ним — 18 ноября.

В январе и феврале Уран доступен наблюдениям во второй половине ночи, в марте восходит до полуночи, в апреле и мае виден вечером и на протяжении ночи. В июне и в первой половине июля планета видна по вечерам и заходит вскоре после полуночи, а со второй половины июля до начала октября заходит вечером.

2 октября в $23^{ч},6$ по всемирному времени произойдет соединение Урана с Марсом, который пройдет в 1° южнее него, и вскоре период видимости Урана закончится.

В начале декабря Уран появится под утро в юго-восточной стороне неба незадолго до восхода Солнца. 3 декабря в $13^{ч},7$ по всемирному

времени Уран вступит в соединение с Меркурием, который пройдет к югу от него на расстоянии в 1°, а 16 декабря произойдет соединение Урана с Венерой (Венера в 1° севернее Урана).

Продолжительность предутренней видимости Урана будет постепенно возрастать и к концу года увеличится почти до трех часов.

Эфемерида Урана помещена на стр. 59, а карта его видимого пути на стр. 51.

Нептун

Весь год Нептун находится в созвездии Змееносца, вблизи его звезды ξ, и его путь над горизонтом сравнительно низок. С начала года до 24 марта планета перемещается в прямом направлении, затем до 1 сентября попятно и, далее, до конца года, снова с запада к востоку. Противостояние планеты Солнцу произойдет 12 июня, а соединение с ним — 14 декабря.

В январе и феврале Нептун доступен наблюдениям под утро, в марте и апреле — во второй половине ночи, в мае, июне и июле — на протяжении всей ночи, в августе, сентябре и первой половине октября — только вечером. Во второй половине октября и первой половине ноября Нептун виден по вечерам непродолжительное время, но его низкое положение над горизонтом затрудняет наблюдения.

10 ноября в 12ч,6 по всемирному времени Нептун вступит в соединение с Марсом, который пройдет в 2° севернее него.

Со второй половины ноября и до конца года Нептун не виден.

Эфемерида Нептуна приведена на стр. 60, а карта его видимого пути — на стр. 52.

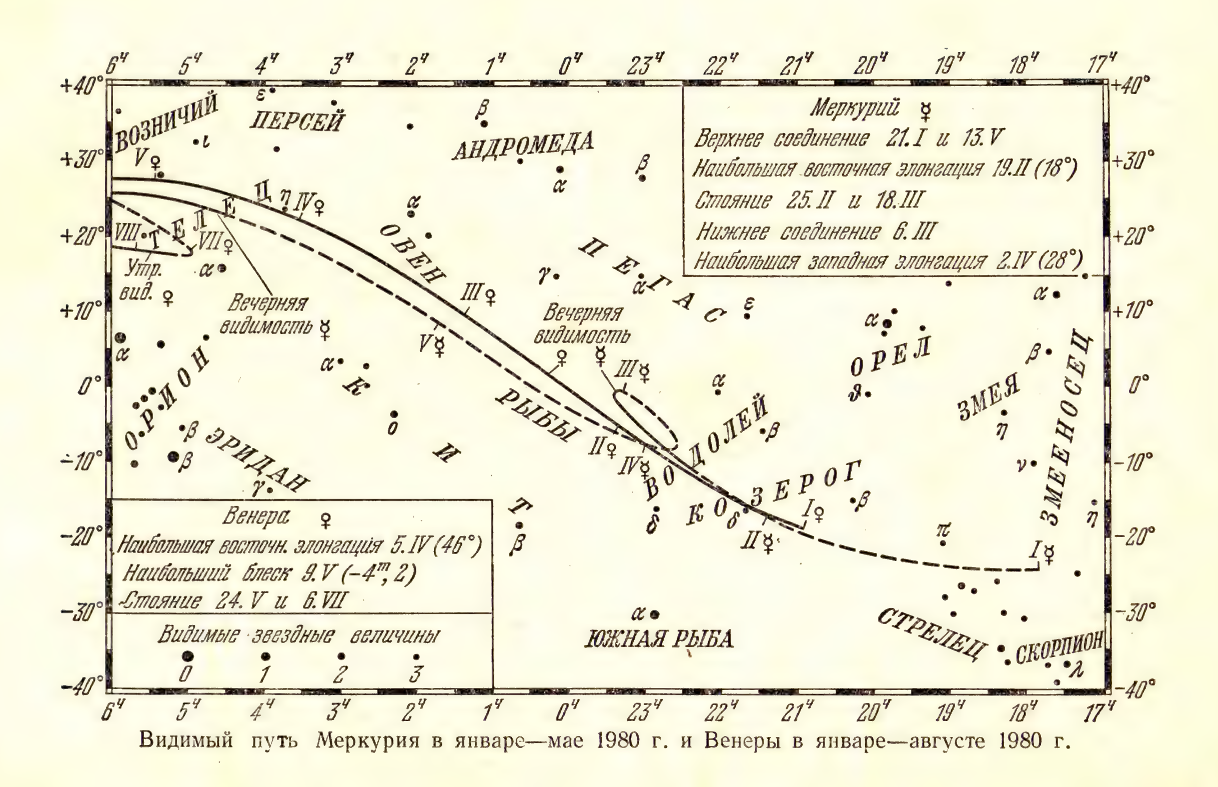
Плутон

Плутон движется вдали от эклиптики примерно в 10° юго-восточнее звезды ε Девы ($\alpha = 13^ч01^м,2$; $\delta = +11°04'$; $m = 2^m,95$) и в 11° северо-восточнее звезды δ Девы ($\alpha = 12^ч54^м,6$; $\delta = +3°30'$; $m = 3^m,66$), т. е. примерно посередине между звездами α Девы ($\alpha = 13^ч24^м,1$; $\delta = -11°03'$; $m = 1^m,21$) и α Волопаса ($\alpha = 14^ч14^м,7$; $\delta = +19°17'$; $m = 0^m,24$).

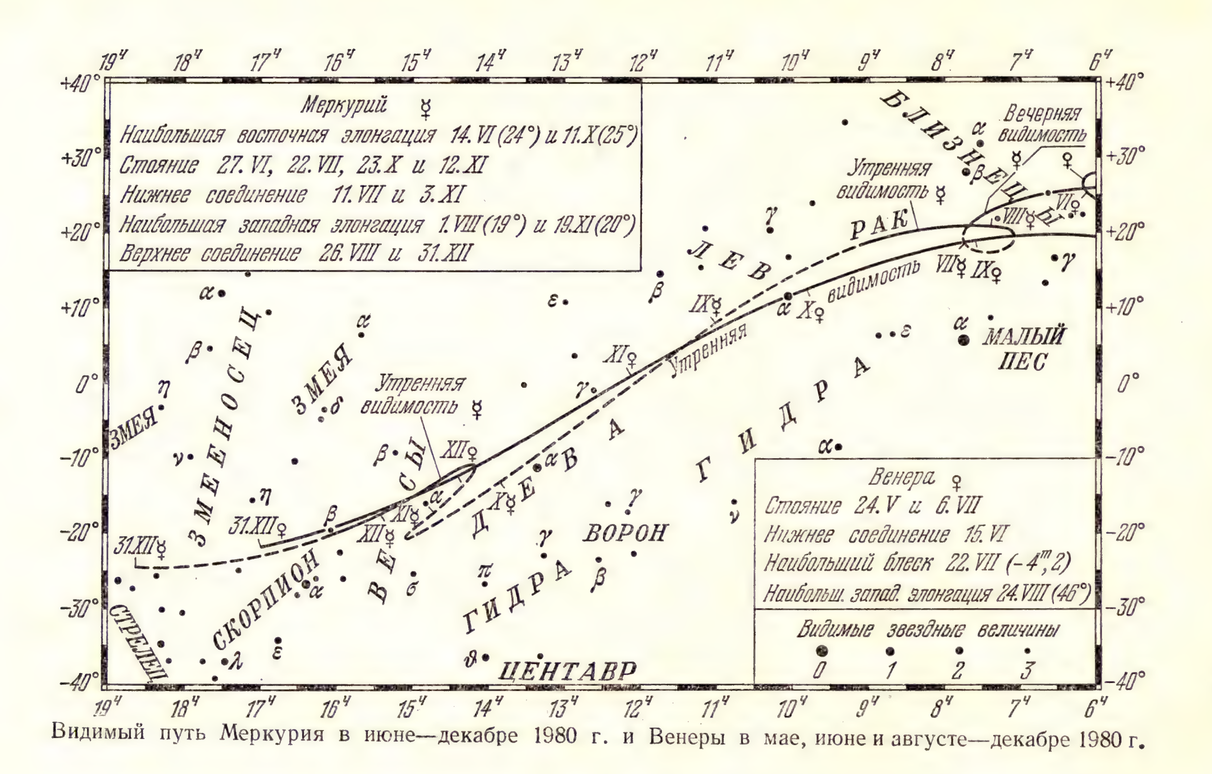
В начале года Плутон перемещается в прямом направлении по созвездию Девы, вблизи самой его границы с созвездием Волопаса, в мае при попятном движении переходит в созвездие Волопаса, а в сентябре прямым движением возвращается в созвездие Девы.

Экваториальные координаты планеты приведены в таблице:

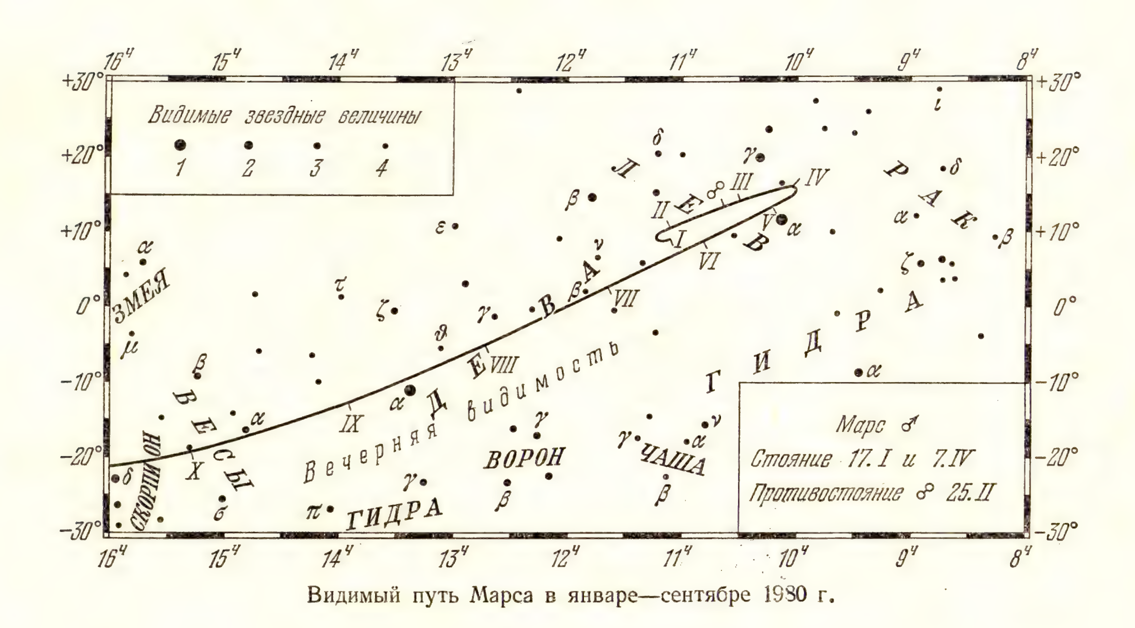
Дата 1980 г.	Прямое восхождение, α	Склонение, δ	Примечание
1 января	13ч43м,8	+7°33′	—
30 января	13 44,7	+7 45	Стояние
16 апреля	13 39,9	+8 40	Противостояние
25 мая	13 36,3	+8 52	Наибольшее склонение
8 июля	13 34,6	+8 37	Стояние
21 октября	13 44,3	+7 02	Соединение
19 декабря	13 42,6	+6 36	Наименьшее склонение
31 декабря	13 52,7	+6 37	—



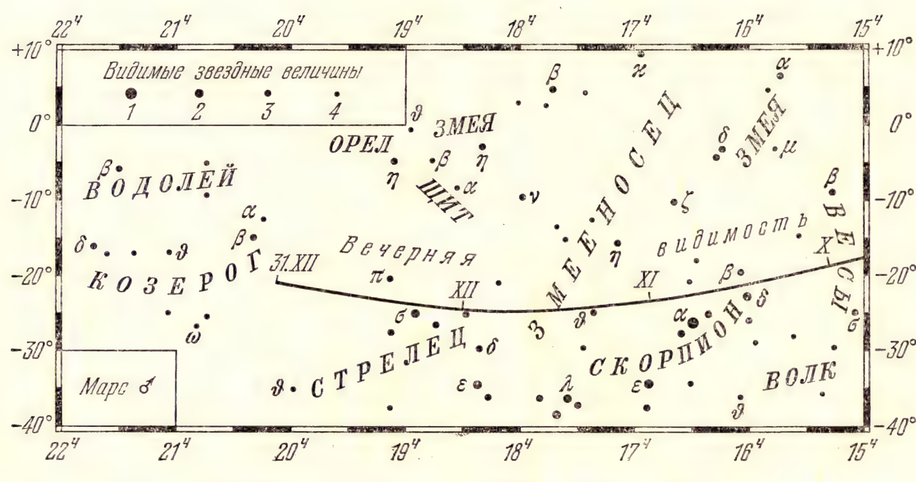
Видимый путь Меркурия в январе—мае 1980 г. и Венеры в январе—августе 1980 г.



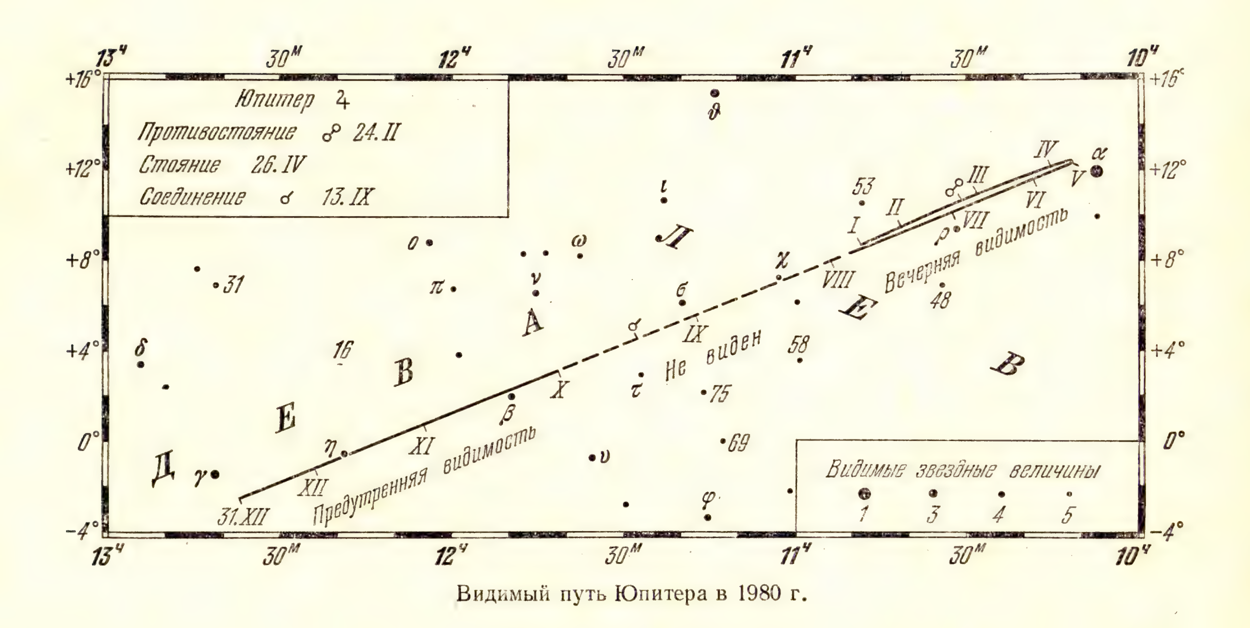
Видимый путь Меркурия в июне—декабре 1980 г. и Венеры в мае, июне и августе—декабре 1980 г.



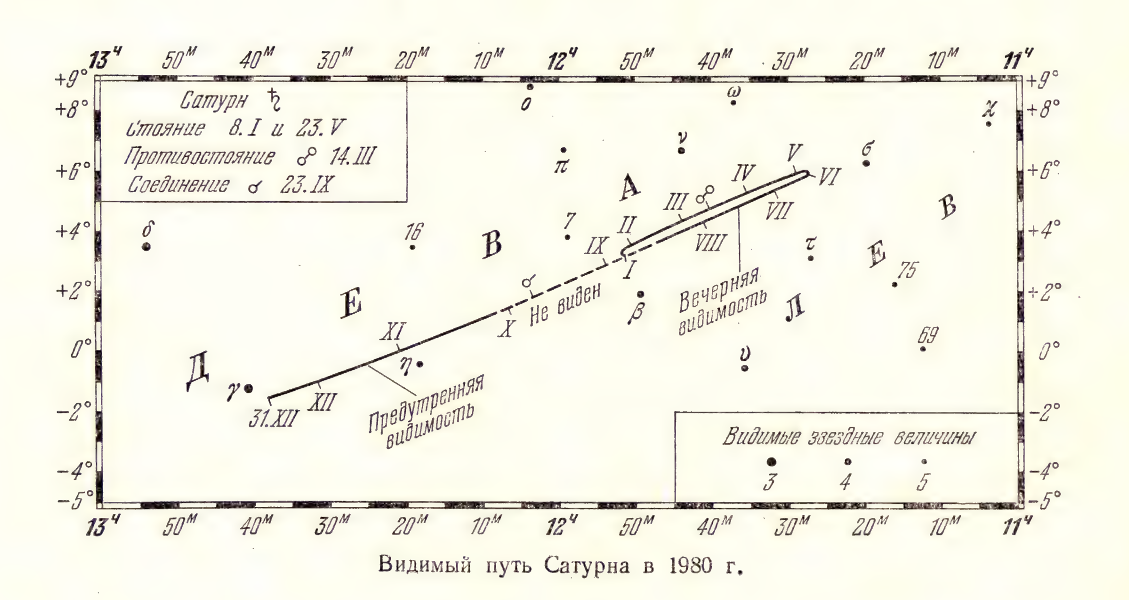
Видимый путь Марса в январе—сентябре 1980 г.



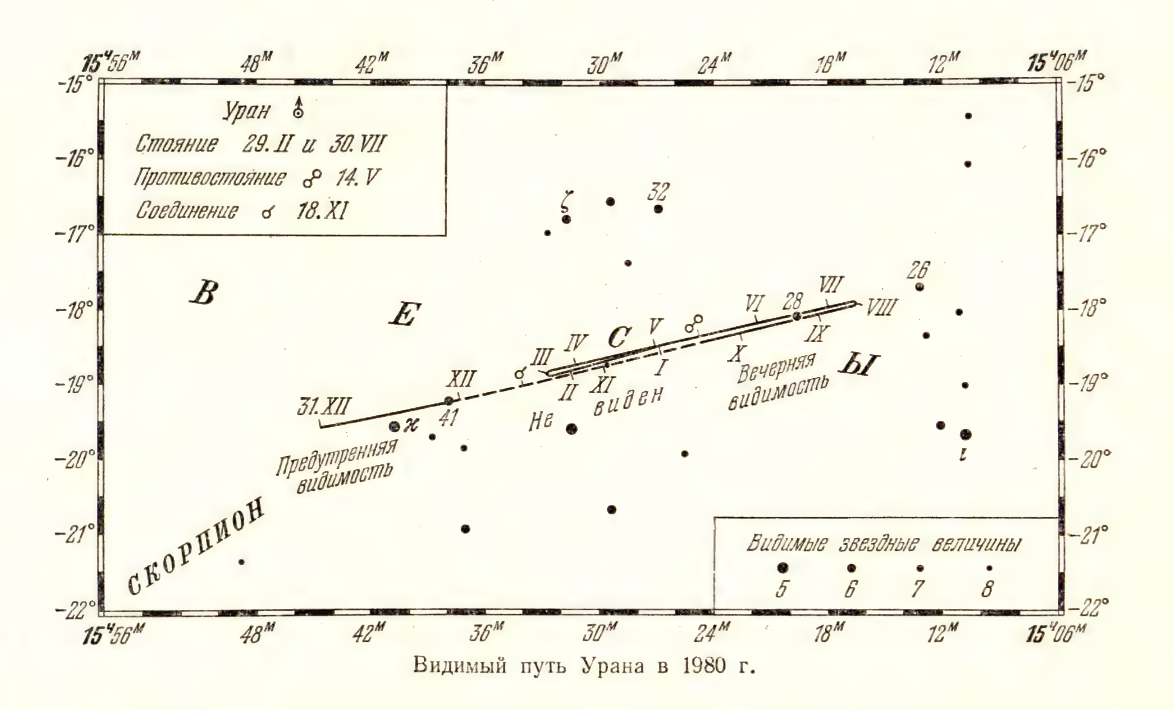
Видимый путь Марса в октябре—декабре 1980 г.



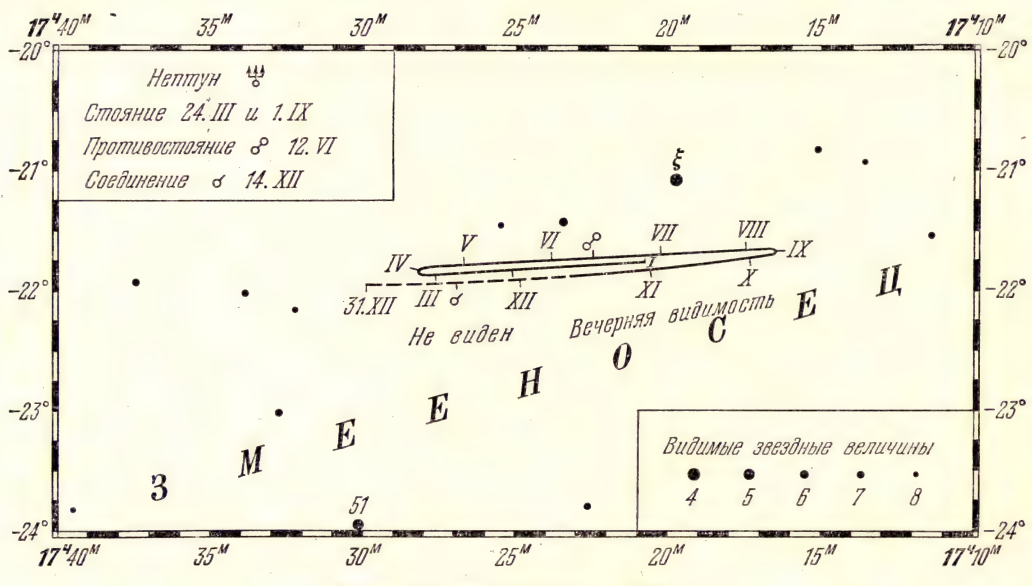
Видимый путь Юпитера в 1980 г.



Видимый путь Сатурна в 1980 г.



Видимый путь Урана в 1980 г.



Видимый путь Нептуна в 1980 г.

МЕРКУРИЙ

Дата 1980	Восход планеты для эпох утренней видимости и заход для вечерней видимости для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi =$			Интервал между восходом (заходом) планеты и началом (концом) сумерек для $\varphi =$			α	δ	Звездная величина	Верхняя кульминация для $\lambda = 0^ч$
	40°	48°	56°	40°	48°	56°	в $0^ч$ всемирного времени			
	ч м	ч м	ч м	м	м	м	ч м	° ′	m	ч м
					Вечерняя видимость					
Февр. 7	18 25	18 13	17 53	26	25	20	22 08,0	—12 55	—1,0	13 04
11	18 45	18 35	18 22	41	41	41	22 33,2	—9 53	—0,9	13 13
15	19 01	18 50	18 46	52	50	57	22 55,4	—6 48	—0,7	13 19
19	19 11	19 08	19 03	58	62	66	23 12,7	—3 58	—0,3	13 20
23	19 10	19 09	19 08	52	57	63	23 22,7	—1 47	+0,3	13 13
27	18 59	18 57	18 57	37	39	44	23 23,9	—0 40	+1,1	12 57
Март 2	18 31	18 30	18 30	6	7	11	23 16,3	—0 50	+2,0	12 33
					Вечерняя видимость					
Май 21	20 07	20 39	21 25	16	14	4	4 29,2	+23 11	—1,4	12 37
25	20 32	21 05	21 57	38	35	27	5 04,4	+24 40	—1,0	12 56
29	20 52	21 26	22 21	54	51	43	5 37,6	+25 27	—0,6	13 13
Июнь 2	21 06	21 40	22 35	65	60	49	6 07,8	+25 36	—0,2	13 27
6	21 14	21 48	22 40	70	64	47	6 34,7	+25 14	+0,2	13 38
10	21 17	21 49	22 38	71	61	39	6 57,7	+24 28	+0,4	13 44
14	21 14	21 44	22 30	66	54	27	7 16,6	+23 25	+0,7	13 47
18	21 07	21 35	22 16	57	43	10	7 31,3	+22 12	+1,0	13 45
22	20 55	21 21	21 59	45	28	—	7 41,2	+20 55	+1,2	13 39
26	20 38	21 02	21 37	27	9	—	7 46,2	+19 42	+1,5	13 27
					Утренняя видимость					
Июль 24	3 47	3 24	2 50	26	16	—	7 04,5	+18 47	+1,4	10 56
28	3 34	3 10	2 35	44	35	19	7 10,4	+19 33	+0,9	10 46
Авг. 1	3 29	3 04	2 27	53	47	36	7 23,2	+20 11	+0,3	10 44
5	3 32	3 06	2 28	54	51	45	7 42,6	+20 30	—0,2	10 49
9	3 42	3 17	2 39	48	46	44	8 07,8	+20 17	—0,6	10 59
13	4 00	3 36	3 01	34	33	31	8 37,3	+19 25	—1,0	11 13
17	4 22	4 01	3 29	17	15	12	9 09,1	+17 50	—1,3	11 29
					Утренняя видимость					
Нояб. 9	5 36	5 49	6 06	27	28	28	14 13,2	—11 57	+1,4	10 57
13	5 14	5 26	5 42	54	57	60	14 09,9	—10 52	+0,4	10 39
17	5 07	5 19	5 36	65	70	73	14 16,9	—11 11	—0,1	10 32
21	5 10	5 24	5 43	66	70	73	14 31,1	—12 26	—0,4	10 31
25	5 20	5 36	5 58	60	63	65	14 50,0	—14 11	—0,4	10 34
29	5 33	5 58	6 18	51	46	51	15 11,5	—16 07	—0,5	10 40
Дек. 3	5 48	6 09	6 39	40	39	36	15 34,8	—18 03	—0,5	10 48
7	6 04	6 27	7 01	28	26	20	15 59,3	—19 50	—0,5	10 57

МЕРКУРИЙ

Дата 1980		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
		для $\lambda=0^{ч}$ и $\varphi=56°$				в $0^{ч}$ всемирного времени				
		ч м	ч м	ч м	$\mp°$	ч м	° ′	″		m
Янв.	10	8 21	11 39	14 58	44	18 52,5	—24 20	4,7	0,98	—0,6
	26	8 37	12 32	16 28	53	20 45,3	—20 12	4,8	1,00	—1,0
Февр.	11	8 07	13 13	18 22	73	22 33,2	—9 53	5,7	0,81	—0,9
	27	6 58	12 57	18 57	89	23 23,9	—0 40	9,0	0,17	+1,1
Март	14	5 43	11 09	16 35	80	22 38,9	—5 58	10,5	0,11	+1,7
	30	5 09	10 25	15 41	76	22 55,3	—8 08	8,0	0,44	+0,6
Апр.	15	4 41	10 33	16 27	87	0 05,9	—2 12	6,3	0,67	+0,2
Май	1	4 09	11 09	18 11	107	1 43,6	+8 48	5,3	0,88	—0,8
	17	3 49	12 16	20 47	131	3 53,2	+21 01	5,1	0,98	—1,6
Июнь	2	4 19	12 56	22 35	142	6 07,8	+25 36	6,3	0,65	—0,2
	18	5 12	13 45	22 16	134	7 31,3	+22 12	8,7	0,32	+1,0
Июль	4	4 52	12 49	20 45	124	7 40,9	+17 49	11,5	0,06	+2,3
	20	3 12	11 11	19 11	125	7 05,2	+18 03	10,4	0,08	+2,0
Авг.	5	2 28	10 49	19 09	130	7 42,6	+20 30	6,8	0,53	—0,2
	21	4 02	11 45	19 26	120	9 41,3	+15 38	5,1	0,97	—1,4
Сент.	6	6 10	12 36	19 00	98	11 35,9	+3 48	4,9	0,96	—0,8
	22	7 50	13 05	18 18	76	13 08,0	—8 03	5,3	0,84	0,0
Окт.	8	9 04	13 19	17 32	59	14 25,7	—17 13	6,3	0,66	+0,2
	24	9 04	12 54	16 43	52	15 06,3	—20 32	8,7	0,27	+0,8
Нояб.	9	6 06	10 57	15 49	69	14 13,2	—11 57	9,1	0,13	+1,4
	25	5 58	10 34	15 09	65	14 50,0	—14 11	5,9	0,75	—0,4
Дек.	11	7 24	11 06	14 48	50	16 24,7	—21 25	4,9	0,95	—0,5
	27	8 38	11 52	15 05	43	18 12,5	—24 50	4,6	1,00	—0,7

Верхнее соединение	21 января	13 мая	26 августа	31 декабря
Наибольшая восточная элонгация	19 февраля (18°)	14 июня (24°)	11 октября (25°)	
Стояние	25 февраля	27 июня	23 октября	
Нижнее соединение	6 марта	11 июля	3 ноября	
Стояние	18 марта	22 июля	12 ноября	
Наибольшая западная элонгация	2 апреля (28°)	1 августа (19°)	19 ноября (20°)	

Лучшее время вечерней видимости — вторая и третья декады февраля, конец мая, первая и вторая декады июня.

Лучшее время утренней видимости — первая декада августа, вторая и третья декады ноября.

ВЕНЕРА

Дата 1980		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
		для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени				
		ч м	ч м	ч м	±°	ч м	° ′	″		m
Янв.	2	10 14	14 20	18 26	56	21 02,5	−18 45	12,5	0,85	−3,4
	10	10 00	14 27	18 56	62	21 41,6	−15 39	13,0	0,83	−3,4
	18	9 42	14 33	19 26	69	22 19,2	−12 08	13,4	0,81	−3,5
	26	9 22	14 38	19 55	76	22 55,6	− 8 16	13,9	0,79	−3,5
Фев.	3	9 01	14 42	20 24	83	23 30,8	− 4 12	14,5	0,77	−3,6
	11	8 39	14 45	20 51	90	0 05,3	− 0 01	15,2	0,74	−3,6
	19	8 17	14 47	21 19	98	0 39,3	+ 4 10	16,0	0,72	−3,6
	27	7 54	14 49	21 46	106	1 13,0	+ 8 16	16,8	0,69	−3,7
Март	6	7 31	14 51	22 13	113	1 46,7	+12 10	17,8	0,66	−3,7
	14	7 09	14 54	22 40	120	2 20,5	+15 47	19,0	0,62	−3,8
	22	6 47	14 56	23 07	127	2 54,4	+19 02	20,4	0,59	−3,8
	30	6 26	14 58	23 32	133	3 28,2	+21 49	22,0	0,55	−3,9
Апр.	7	6 07	15 00	23 56	138	4 01,5	+24 06	24,0	0,50	−4,0
	15	5 50	15 00	0 11	143	4 33,6	+25 49	26,4	0,46	−4,1
	23	5 35	14 59	0 22	146	5 03,7	+26 59	29,2	0,40	−4,1
Май	1	5 23	14 54	0 24	148	5 30,4	+27 34	32,7	0,34	−4,2
	9	5 12	14 43	0 16	148	5 52,0	+27 39	36,9	0,28	−4,2
	17	4 59	14 25	23 50	147	6 06,4	+27 17	42,0	0,21	−4,2
	25	4 43	13 58	23 13	144	6 11,5	+26 29	47,7	0,13	−4,0
Июнь	2	4 19	13 20	22 20	141	6 05,5	+25 14	53,3	0,06	−3,7
	10	3 48	12 32	21 14	137	5 49,4	+23 30	60,0	0,01	−3,1
	18	3 14	11 40	20 04	132	5 28,5	+21 27	57,9	0,00	−2,9
	26	2 41	10 51	19 00	128	5 10,8	+19 34	54,8	0,04	−3,6
Июль	4	2 10	10 12	18 12	125	5 02,1	+18 19	49,5	0,11	−4,0
	12	1 44	9 42	17 40	124	5 03,6	+17 51	43,8	0,18	−4,1
	20	1 22	9 22	17 21	124	5 14,2	+17 58	38,5	0,25	−4,2
	28	1 05	9 08	17 11	126	5 31,8	+18 26	34,1	0,32	−4,2
Авг.	5	0 52	9 00	17 07	127	5 54,8	+18 59	30,4	0,38	−4,1
	13	0 45	8 56	17 07	128	6 22,1	+19 24	27,3	0,43	−4,1
	21	0 42	8 55	17 07	128	6 52,5	+19 33	24,8	0,48	−4,0
	29	0 46	8 56	17 06	127	7 25,1	+19 17	22,7	0,52	−3,9
Сент.	6	0 54	8 59	17 03	126	7 59,4	+18 33	21,0	0,56	−3,8
	14	1 07	9 02	16 57	123	8 34,7	+17 19	19,5	0,60	−3,8
	22	1 24	9 07	16 48	120	9 10,5	+15 33	18,3	0,64	−3,7
	30	1 44	9 11	16 36	115	9 46,4	+13 19	17,2	0,67	−3,7
Окт.	8	2 06	9 15	16 23	110	10 22,3	+10 37	16,2	0,70	−3,6
	16	2 30	9 20	16 08	104	10 58,0	+ 7 34	15,4	0,73	−3,6
	24	2 55	9 24	15 51	98	11 33,7	+ 4 13	14,7	0,75	−3,6
Нояб.	1	3 20	9 28	15 34	92	12 09,3	+ 0 41	14,1	0,78	−3,5
	9	3 46	9 32	15 17	86	12 45,2	− 2 58	13,5	0,80	−3,5
	17	4 13	9 37	15 00	79	13 21,6	− 6 37	13,0	0,82	−3,5
	25	4 40	9 43	14 44	72	13 58,6	−10 10	12,6	0,85	−3,4
Дек.	3	5 09	9 49	14 28	66	14 36,7	−13 29	12,2	0,86	−3,4
	11	5 37	9 57	14 16	60	15 15,8	−16 29	11,9	0,88	−3,4
	19	6 04	10 06	14 07	55	15 56,3	−19 02	11,6	0,90	−3,4
	27	6 30	10 16	14 02	51	16 37,9	−21 02	11,3	0,91	−3,4

5 апреля — наибольшая восточная элонгация 46°.
9 мая — наибольший блеск.
24 мая — стояние.
15 июня — нижнее соединение.
6 июля — стояние.
22 июля — наибольший блеск.
24 августа — наибольшая западная элонгация 46°;

1980 год — один из наиболее благоприятных для наблюдений Венеры.

В первой половине года она хорошо видна по вечерам, особенно в марте и апреле.

Во второй половине года Венера видна по утрам.

Дата 1980	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Фаза	Звездная величина
	для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени				
	ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″		m
Янв. 2	21 21	4 23	11 21	107	11 06,5	+ 9 09	9,8	0,92	+0,2
10	20 54	3 55	10 53	107	11 10,5	+ 9 01	10,5	0,94	0,0
18	20 22	3 25	10 24	108	11 11,7	+ 9 11	11,2	0,95	−0,2
26	19 45	2 52	9 53	108	11 09,9	+ 9 38	12,0	0,96	−0,4
Февр. 3	19 04	2 15	9 22	110	11 04,9	+10 24	12,7	0,98	−0,6
11	18 17	1 36	8 48	112	10 56,8	+11 24	13,3	0,99	−0,8
19	17 28	0 54	8 14	114	10 46,2	+12 33	13,7	1,00	−0,9
27	16 37	0 10	7 38	116	10 34,2	+13 42	13,8	1,00	−1,0
Март 6	15 47	23 21	7 02	118	10 22,2	+14 41	13,6	1,00	−0,9
14	15 00	22 40	6 25	119	10 11,6	+15 25	13,2	0,98	−0,7
22	14 18	22 01	5 48	120	10 03,5	+15 50	12,6	0,97	−0,6
30	13 41	21 25	5 12	120	9 58,5	+15 56	11,9	0,96	−0,4
Апр. 7	13 10	20 52	4 38	120	9 56,7	+15 44	11,2	0,94	−0,2
15	12 43	20 22	4 04	119	9 58,0	+15 16	10,5	0,93	0,0
23	12 20	19 54	3 32	118	10 02,0	+14 36	9,8	0,92	+0,2
Май 1	12 01	19 30	3 01	116	10 08,3	+13 43	9,2	0,91	+0,4
9	11 45	19 06	2 31	114	10 16,5	+12 41	8,6	0,90	+0,5
17	11 32	18 45	2 01	112	10 26,3	+11 29	8,1	0,90	+0,6
25	11 20	18 25	1 32	109	10 37,5	+10 10	7,7	0,89	+0,8
Июнь 2	11 10	18 06	1 04	107	10 49,8	+ 8 43	7,3	0,89	+0,9
10	11 01	17 47	0 36	104	11 03,1	+ 7 09	6,9	0,89	+1,0
18	10 54	17 30	0 09	101	11 17,1	+ 5 30	6,6	0,89	+1,0
26	10 48	17 13	23 38	98	11 31,8	+ 3 45	6,4	0,89	+1,1
Июль 4	10 43	16 57	23 11	94	11 47,2	+ 1 56	6,1	0,89	+1,2
12	10 38	16 42	22 44	91	12 03,1	+ 0 03	5,9	0,90	+1,2
20	10 35	16 27	22 18	87	12 19,6	− 1 53	5,7	0,90	+1,3
28	10 32	16 12	21 52	84	12 36,7	− 3 51	5,5	0,90	+1,3
Авг. 5	10 30	15 58	21 26	80	12 54,3	− 5 50	5,4	0,91	+1,4
13	10 29	15 45	21 01	77	13 12,4	− 7 49	5,2	0,91	+1,4
21	10 28	15 32	20 36	73	13 51,2	− 9 47	5,1	0,92	+1,4
29	10 28	15 20	20 11	70	13 50,6	−11 44	5,0	0,92	+1,5
Сент. 6	10 29	15 09	19 48	65	14 10,6	−13 37	4,9	0,93	+1,5
14	10 31	14 58	19 24	63	14 31,3	−15 27	4,8	0,93	+1,5
22	10 33	14 48	19 02	59	14 52,8	−17 10	4,7	0,94	+1,5
30	10 36	14 39	18 42	56	15 15,0	−18 46	4,6	0,94	+1,5
Окт. 8	10 38	14 30	18 22	53	15 38,0	−20 13	4,6	0,94	+1,5
16	10 41	14 23	18 04	50	16 01,7	−21 30	4,5	0,95	+1,5
24	10 43	14 15	17 48	48	16 26,2	−22 35	4,5	0,95	+1,5
Нояб. 1	10 44	14 09	17 34	46	16 51,3	−23 27	4,4	0,96	+1,5
9	10 43	14 03	17 23	44	17 17,0	−24 04	4,4	0,96	+1,5
17	10 41	13 58	17 15	44	17 43,2	−24 25	4,3	0,97	+1,5
25	10 37	13 53	17 09	43	18 09,8	−24 29	4,3	0,97	+1,5
Дек. 3	10 30	13 48	17 06	44	18 36,5	−24 16	4,2	0,97	+1,4
11	10 20	13 44	17 07	45	19 03,4	−23 45	4,2	0,98	+1,4
19	10 08	13 39	17 10	47	19 30,2	−22 58	4,2	0,98	+1,4
27	9 54	13 34	17 14	49	19 56,8	−21 53	4,1	0,98	+1,4

17 января — стояние.
25 февраля — противостояние.
26 февраля — наибольшее сближение с Землей
(0,677 а. е. = 101,3 млн. км).

Лучшее время для наблюдений Марса — январь, февраль и март, когда он виден ночью в южной части небосвода (вместе с Юпитером) в созвездии Льва.

В апреле, мае и июне Марс виден вечером и ночью. В конце июня его заход приходится на часы, близкие к полуночи.

Осенью и до конца года Марс виден плохо. В средних широтах СССР он заходит почти одновременно с наступлением темноты.

ЮПИТЕР

Дата 1980		Восход		Верхняя кульминация		Заход		Азимуты точек восх. и захода	α		δ		Диаметр диска: полярн.	Диаметр диска: экват.	Звездная величина
		для λ = 0ч и φ = 56°							в 0ч всемирного времени						
		ч	м	ч	м	ч	м	∓°	ч	м	°	′	″	″	m
Янв.	10	20	31	3	32	10	29	107	10	47,6	+ 8	56	39,0	41,8	—1,9
	26	19	21	2	25	9	25	108	10	43,5	+ 9	25	40,5	43,4	—2,0
Февр.	11	18	07	1	16	8	20	109	10	37,0	+10	07	41,5	44,4	—2,0
	27	16	51	0	05	7	15	111	10	29,3	+10	54	41,7	44,7	—2,0
Март	14	15	36	22	50	6	09	112	10	21,7	+11	38	41,3	44,2	—2,0
	30	14	23	21	42	5	04	113	10	15,5	+12	12	40,2	43,0	—2,0
Апр.	15	13	15	20	35	3	59	114	10	11,9	+12	30	38,6	41,4	—1,9
Май	1	12	11	19	32	2	56	114	10	11,2	+12	31	36,9	39,5	—1,8
	17	11	13	18	31	1	54	113	10	13,4	+12	16	35,1	37,6	—1,7
Июнь	2	10	18	17	33	0	52	112	10	18,4	+11	46	33,5	35,9	—1,6
	18	9	27	16	38	23	48	111	10	25,6	+11	02	32,1	34,4	—1,5
Июль	4	8	39	15	44	22	48	109	10	34,7	+10	07	30,9	33,1	—1,4
	20	7	54	14	52	21	49	107	10	45,2	+ 9	03	30,0	32,1	—1,3
Авг.	5	7	10	14	00	20	50	105	10	56,8	+ 7	52	29,3	31,4	—1,3
	21	6	27	13	09	19	52	103	11	09,1	+ 6	35	28,8	30,9	—1,2
Сент.	6	5	45	12	19	18	53	100	11	21,7	+ 5	15	28,6	30,6	—1,2
	22	5	03	11	29	17	55	98	11	34,5	+ 3	53	28,6	30,6	—1,2
Окт.	8	4	20	10	39	16	57	96	11	47,1	+ 2	33	28,9	30,9	—1,2
	24	3	37	9	48	15	58	93	11	59,2	+ 1	16	29,4	31,5	—1,3
Нояб.	9	2	52	8	56	15	00	91	12	10,5	+ 0	05	30,1	32,3	—1,3
	25	2	06	8	03	14	01	89	12	20,6	— 0	58	31,1	33,4	—1,4
Дек.	11	1	16	7	09	13	01	88	12	29,1	— 1	49	32,4	34,7	—1,5
	27	0	23	6	12	12	01	86	12	35,5	— 2	26	33,9	36,4	—1,6

24 февраля — противостояние.
26 апреля — стояние.
13 сентября — соединение.

Лучшее время для наблюдений — январь, февраль и март, когда Юпитер виден ночью в южной части небосвода (вместе с Марсом) в созвездии Льва.

В апреле, мае и июне Юпитер виден вечером и ночью. В середине июня он заходит около полуночи. В июле виден в лучах зари.

В октябре, ноябре и декабре Юпитер виден во второй половине ночи в созвездии Девы (вместе с Сатурном).

САТУРН

Дата 1980		Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Полярный диаметр диска	Оси кольца большая	Оси кольца малая	Звездная величина
		для λ = 0ч и φ = 56°				в 0ч всемирного времени					
		ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″	″	″	m
Янв.	10	22 11	4 37	10 59	97	11 52,5	+3 13	16,6	41,6	+1,2	+1,1
	26	21 06	3 33	9 56	97	11 51,5	+3 24	17,0	42,7	+1,1	+1,0
Февр.	11	19 58	2 28	8 53	98	11 48,9	+3 45	17,3	43,6	+0,8	+1,0
	27	18 48	1 21	7 49	98	11 45,0	+4 13	17,6	44,2	+0,4	+0,9
Март	14	17 38	0 13	6 45	99	11 40,5	+4 44	17,7	44,4	0,0	+0,8
	30	16 27	23 02	5 40	100	11 36,0	+5 14	17,6	44,2	—0,5	+0,9
Апр.	15	15 18	21 55	4 36	101	11 32,0	+5 38	17,3	43,6	—0,8	+1,0
Май	1	14 11	20 49	3 32	102	11 29,1	+5 54	17,0	42,8	—1,1	+1,0
	17	13 06	19 45	2 28	102	11 27,7	+6 00	16,6	41,7	—1,2	+1,1
Июнь	2	12 04	18 42	1 25	102	11 27,9	+5 56	16,1	40,5	—1,1	+1,2
	18	11 04	17 41	0 22	101	11 29,6	+5 41	15,7	39,4	—0,8	+1,3
Июль	4	10 07	16 42	23 19	100	11 32,9	+5 17	15,2	38,4	—0,5	+1,4
	20	9 12	15 43	22 16	99	11 37,4	+4 45	14,9	37,5	—0,1	+1,4
Авг.	5	8 18	14 46	21 14	98	11 43,0	+4 07	14,6	36,7	+0,4	+1,4
	21	7 26	13 49	20 13	97	11 49,4	+3 25	14,4	36,2	+0,9	+1,3
Сент.	6	6 35	12 53	19 12	96	11 56,3	+2 39	14,2	35,9	+1,5	+1,3
	22	5 44	11 58	18 12	94	12 03,5	+1 52	14,2	35,7	+2,0	+1,2
Окт.	8	4 52	11 02	17 12	93	12 10,8	+1 06	14,2	35,8	+2,6	+1,2
	24	4 01	10 06	16 11	92	12 17,8	+0 22	14,4	36,1	+3,1	+1,2
Нояб.	9	3 08	9 10	15 11	90	12 24,4	—0 18	14,6	36,7	+3,7	+1,2
	25	2 14	8 12	14 11	89	12 30,1	—0 58	14,9	37,4	+4,2	+1,1
Дек.	11	1 18	7 14	13 10	88	12 34,7	—1 49	15,2	38,3	+4,6	+1,1
	27	0 20	6 14	12 09	86	12 37,9	—2 26	15,6	39,3	+4,9	+1,0

8 января — стояние.
14 марта — противостояние.
23 мая — стояние.
23 сентября — соединение.

Лучшее время для наблюдений — январь, февраль и март, когда Сатурн виден ночью в южной части небосвода в созвездии Девы.

В апреле и мае Сатурн виден по вечерам и ночью, в конце июня заходит около полуночи, в июле вечером.

С октября Сатурн виден во второй половине ночи в созвездии Девы, недалеко от Юпитера.

Значения экваториального диаметра диска Сатурна можно получить, умножая значения его полярного диаметра на 1,1175.

УРАН

Дата 1980	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Примечание
	для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$				в $0^ч$ всемирного времени			
	ч м	ч м	ч м	∓°	ч м	° ′	″	
Янв. 10	4 08	8 13	12 17	56	15 28,7	—18 37	3,6	Блеск Урана во время противостояния равен 5,7 звездной величины, во время соединения 5,9 звездной величины. В бинокль Уран виден хорошо и по карте на стр. 51 легко может быть найден среди звезд. Диск планеты заметен при увеличениях не менее, чем в 100 раз.
26	3 09	7 12	11 16	56	15 31,0	—18 45	3,6	
Февр. 11	2 08	6 11	10 14	56	15 32,6	—18 51	3,7	
27	1 06	5 08	9 11	56	15 33,2	—18 53	3,7	
Март 14	{0 03 / 23 59}	4 05	8 08	56	15 32,9	—18 51	3,8	
30	22 54	3 01	7 04	56	15 31,7	—18 47	3,8	
Апр. 15	21 44	1 56	6 00	56	15 29,7	—18 40	3,8	
Май 1	20 42	0 51	4 56	56	15 27,2	—18 31	3,9	
17	19 35	23 41	3 52	57	15 24,5	—18 22	3,9	
Июнь 2	18 27	22 36	2 47	57	15 21,9	—18 12	3,9	
18	17 22	21 30	1 43	57	15 19,5	—18 03	3,8	
Июль 4	16 16	20 26	0 39	57	15 17,8	—17 57	3,8	
20	15 12	19 22	23 32	58	15 16,8	—17 54	3,7	
Авг. 5	14 09	18 19	22 29	58	15 16,6	—17 53	3,7	
21	13 07	17 17	21 26	57	15 17,4	—17 57	3,6	
Сент. 6	12 07	16 15	20 24	57	15 19,0	—18 03	3,6	
22	11 08	15 15	19 23	57	15 21,4	—18 13	3,5	
Окт. 8	10 09	14 15	18 21	57	15 24,5	—18 24	3,5	
24	9 12	13 16	17 20	56	15 28,1	—18 38	3,5	
Нояб. 9	8 14	12 17	16 20	56	15 32,1	—18 52	3,5	
25	7 17	11 18	15 19	55	15 36,1	—19 06	3,5	
Дек. 11	6 20	10 19	14 18	55	15 40,1	—19 20	3,5	
27	5 22	9 20	13 17	54	15 43,8	—19 32	3,5	

29 февраля — стояние.
14 мая — противостояние.
30 июля — стояние.
18 ноября — соединение.

Лучшее время для наблюдений — апрель и май, когда Уран виден ночью в южной части небосвода в созвездии Весов.

В январе и феврале Уран виден во второй половине ночи, в марте восходит около полуночи. В июне и первой половине июля Уран заходит после полуночи, со второй половины июля вечером.

В декабре Уран виден под утро.

НЕПТУН

Дата 1980	Восход	Верхняя кульминация	Заход	Азимуты точек восх. и захода	α	δ	Диаметр диска	Примечание
	для $\lambda = 0^ч$ и $\varphi = 56°$				в $0^ч$ всемирного времени			
	ч м	ч м	ч м	±°	ч м	° ′	″	
Янв. 10	6 26	10 06	13 45	50	17 22,3	—21 49	2,3	Блеск Нептуна во время противостояния равен 7,7 звездной величины, во время соединения 7,8 звездной величины. Для того чтобы найти Нептун, необходим телескоп с объективом не менее 30 мм, или светосильный призменный бинокль. По карте на стр. 52 Нептун может быть найден среди звезд. В слабые телескопы его нельзя отличить от звезд.
26	5 26	9 05	12 44	50	17 24,5	—21 50	2,4	
Февр. 11	4 25	8 04	11 43	50	17 26,3	—21 51	2,4	
27	3 24	7 02	10 42	49	17 27,6	—21 52	2,4	
Март 14	2 21	6 00	9 39	49	17 28,3	—21 52	2,4	
30	1 18	4 57	8 36	50	17 28,4	—21 51	2,4	
Апр. 15	0 15	3 54	7 33	50	17 27,9	—21 50	2,5	
Май 1	23 07	2 50	6 30	50	17 26,9	—21 49	2,5	
17	22 02	1 46	5 25	50	17 25,4	—21 47	2,5	
Июнь 2	20 57	0 41	4 21	50	17 23,7	—21 46	2,5	
18	19 52	23 32	3 16	50	17 21,9	—21 44	2,5	
Июль 4	18 48	22 28	2 12	50	17 20,1	—21 43	2,5	
20	17 43	21 23	1 08	50	17 18,5	—21 42	2,5	
Авг. 5	16 39	20 19	{0 04 / 24 00}	50	17 17,3	—21 41	2,5	
21	15 35	19 16	22 56	50	17 16,7	—21 41	2,4	
Сент. 6	14 32	18 13	21 53	50	17 16,5	—21 42	2,4	
22	13 30	17 10	20 50	50	17 17,0	—21 43	2,4	
Окт. 8	12 29	16 08	19 48	50	17 18,1	—21 45	2,4	
24	11 28	15 07	18 47	50	17 19,7	—21 48	2,4	
Нояб. 9	10 27	14 06	17 45	50	17 21,7	—21 50	2,4	
25	9 27	13 06	16 44	49	17 24,1	—21 53	2,3	
Дек. 11	8 27	12 05	15 44	49	17 26,7	—21 55	2,3	
27	7 27	11 05	14 43	49	17 29,2	—21 57	2,3	

24 марта — стояние.
12 июня — противостояние.
1 сентября — стояние.
14 декабря — соединение.

Лучшее время для наблюдений — май и июнь, когда Нептун виден ночью в южной части небосвода в созвездии Змееносца.

В январе Нептун виден на рассвете. В феврале, марте и апреле он виден во второй половине ночи, осенью по вечерам.

ВРЕМЯ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ ЯРКИХ ПЛАНЕТ

для широты φ = 56° (в часах и долях часа)

Дата 1980	Венера		Марс		Юпитер		Сатурн	
	время от начала до конца видимости	продолжит. видимости	время от начала до конца видимости	продолжит. видимости	время от начала до конца видимости	продолжит. видимости	время от начала до конца видимости	продолжит. видимости
Янв. 10	16,7—18,9	2,2	20,9—7,5	10,6	20,5—7,5	11,0	22,2—7,5	9,3
26	17,1—19,9	2,8	19,8—7,3	11,5	19,4—7,3	11,9	21,1—7,3	10,2
Февр. 11	17,7—20,8	3,1	18,3—6,8	12,5	18,1—6,8	12,7	20,0—6,8	10,8
27	18,2—21,8	3,6	18,2—6,2	(12,0)	18,2—6,2	(12,0)	18,8—6,2	11,4
Март 14	18,7—22,7	4,0	18,7—5,6	(10,9)	18,7—5,6	(10,9)	18,7—5,6	(10,9)
30	19,3—23,5	4,2	19,3—4,9	(9,6)	19,3—4,9	(9,6)	19,3—4,9	(9,6)
Апр. 15	19,9—0,2	4,3	19,9—4,1	8,2	19,9—4,0	8,1	19,9—4,1	(8,2)
Май 1	20,5—0,4	3,9	20,5—3,0	6,5	20,5—2,9	6,4	20,5—3,4	(6,9)
17	21,2—23,8	2,6	21,2—2,0	4,8	21,2—1,9	4,7	21,2—2,5	5,3
Июнь 2	21,8—22,3	0,5	21,8—1,1	3,3	21,8—0,9	3,1	21,8—1,4	3,6
18	Не видна		22,1—0,1	2,0	22,1—23,8	1,7	22,1—0,4	2,3
Июль 4	—		22,0—23,2	1,2	22,0—22,9	0,9	22,0—23,3	1,3
20	1,4—2,6	1,2	21,6—22,3	0,7	21,6—21,8	0,2	21,6—22,2	0,6
Авг. 5	0,9—3,2	2,3	20,9—21,4	0,5	—		20,9—21,2	0,3
21	0,7—3,8	3,1	20,2—20,6	0,4	Не виден		Не виден	
Сент. 6	0,9—4,4	3,5	19,5—19,8	0,3	—		—	
22	1,4—5,0	3,6	18,8—19,0	0,2	—		—	
Окт. 8	2,1—5,5	3,4	18,1—18,4	0,3	4,3—5,5	1,2	4,9—5,5	0,6
24	2,9—6,0	3,1	17,4—17,8	0,4	3,6—6,0	2,4	4,0—6,0	2,0
Нояб. 9	3,8—6,6	2,8	16,9—17,4	0,5	2,9—6,6	3,7	3,1—6,6	3,5
25	4,7—7,1	2,4	16,5—17,1	0,6	2,1—7,1	5,0	2,2—7,1	4,9
Дек. 11	5,6—7,4	1,8	16,3—17,1	0,8	1,3—7,4	6,1	1,3—7,4	6,1
27	6,5—7,6	1,1	16,4—17,2	0,8	0,4—7,6	7,2	0,3—7,6	7,3

ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ДОЛГОТА (l) И РАДИУС-ВЕКТОР (r) ВНУТРЕННИХ ПЛАНЕТ

на $0^ч$ всемирного времени

Дата 1980		Меркурий		Венера		Земля		Марс	
		l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)
		°		°		°		°	
Янв.	2	244,7	0,464	358,0	0,727	100,3	0,983	131,5	1,652
	7	258,4	0,467	5,9	0,726	105,4	0,983	133,8	1,654
	12	272,3	0,462	13,9	0,726	110,5	0,983	136,0	1,656
	17	286,7	0,451	21,9	0,725	115,6	0,984	138,2	1,658
	22	302,1	0,433	29,9	0,724	120,7	0,984	140,4	1,660
	27	319,0	0,410	37,9	0,724	125,8	0,985	142,6	1,662
Февр.	1	338,3	0,382	45,9	0,723	130,9	0,985	144,8	1,663
	6	0,6	0,354	53,9	0,722	135,9	0,986	147,0	1,664
	11	26,4	0,328	61,9	0,722	141,0	0,987	149,1	1,665
	16	55,9	0,311	70,0	0,721	146,0	0,988	151,3	1,665
	21	87,3	0,308	78,0	0,720	151,1	0,989	153,5	1,665
	26	117,9	0,321	86,1	0,720	156,1	0,990	155,7	1,666
Март	2	145,3	0,345	94,2	0,719	161,2	0,991	157,9	1,666
	7	168,8	0,373	102,3	0,719	166,2	0,992	160,1	1,665
	12	188,8	0,402	110,4	0,719	171,1	0,994	162,2	1,664
	17	206,2	0,426	118,5	0,719	176,1	0,995	164,4	1,663
	22	221,9	0,446	126,6	0,718	181,1	0,997	166,6	1,663
	27	236,4	0,459	134,7	0,718	186,1	0,998	168,8	1,661
Апр.	1	250,3	0,466	142,8	0,719	191,0	0,999	171,0	1,659
	6	264,0	0,466	151,0	0,719	195,9	1,001	173,2	1,658
	11	278,0	0,458	159,1	0,719	200,8	1,002	175,4	1,656
	16	292,8	0,444	167,2	0,719	205,7	1,004	177,6	1,653
	21	308,7	0,424	175,3	0,720	210,6	1,005	179,9	1,650
	26	326,6	0,399	183,4	0,720	215,5	1,006	182,1	1,648
Май	1	346,9	0,371	191,5	0,721	220,4	1,008	184,3	1,645
	6	10,6	0,342	200,0	0,722	225,2	1,009	186,6	1,641
	11	38,0	0,320	207,6	0,722	230,0	1,010	188,8	1,638
	16	68,5	0,308	215,6	0,723	234,9	1,011	191,1	1,634
	21	100,0	0,312	223,6	0,724	239,7	1,012	193,3	1,630
	26	129,5	0,330	231,6	0,724	244,5	1,013	195,6	1,626
	31	155,3	0,356	239,6	0,725	249,3	1,014	197,9	1,622
Июнь	5	177,3	0,385	247,6	0,725	254,1	1,015	200,2	1,617
	10	196,1	0,412	255,5	0,726	258,8	1,015	202,6	1,613
	15	212,8	0,435	263,4	0,727	263,6	1,016	204,9	1,608
	20	227,9	0,452	271,4	0,727	268,4	1,016	207,3	1,603
	25	242,1	0,463	279,3	0,727	273,1	1,016	209,6	1,597
	30	255,8	0,467	287,2	0,728	277,9	1,017	212,0	1,592

Продолжение

Дата 1980		Меркурий		Венера		Земля		Марс	
		l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	r (а. е.)
		°		°		°		°	
Июль	5	269,6	0,464	295,1	0,728	282,7	1,017	214,4	1,586
	10	283,9	0,454	303,0	0,728	287,5	1,017	216,8	1,581
	15	299,1	0,437	310,9	0,728	292,2	1,016	219,2	1,575
	20	315,7	0,415	318,8	0,728	297,0	1,016	221,7	1,569
	25	334,5	0,388	326,7	0,728	301,8	1,016	224,2	1,563
	30	356,1	0,359	334,6	0,728	306,5	1,015	226,7	1,557
Авг.	4	23,1	0,332	342,6	0,727	311,3	1,015	229,2	1,551
	9	50,1	0,313	350,5	0,727	316,1	1,014	231,7	1,544
	14	81,4	0,308	358,5	0,727	320,9	1,013	234,2	1,538
	19	112,3	0,318	6,4	0,726	325,7	1,012	236,8	1,532
	24	140,4	0,340	14,4	0,725	330,5	1,011	239,4	1,525
	29	164,6	0,368	22,3	0,725	335,4	1,010	242,0	1,519
Сент.	3	185,2	0,396	30,3	0,724	340,2	1,009	244,6	1,512
	8	203,1	0,422	38,3	0,724	345,1	1,007	247,3	1,506
	13	219,0	0,443	46,3	0,723	349,9	1,006	250,0	1,499
	18	233,7	0,457	54,4	0,722	354,8	1,005	252,7	1,493
	23	247,7	0,465	62,4	0,722	359,7	1,003	255,4	1,486
	28	261,4	0,466	70,4	0,721	4,6	1,002	258,2	1,480
Окт.	3	275,4	0,460	78,5	0,720	9,5	1,000	260,9	1,473
	8	289,9	0,448	86,6	0,720	14,4	0,999	263,7	1,467
	13	305,6	0,429	94,6	0,719	19,4	0,998	266,6	1,461
	18	323,0	0,404	102,7	0,719	24,3	0,996	269,4	1,455
	23	342,9	0,376	110,8	0,719	29,3	0,995	272,3	1,449
	28	5,9	0,348	118,9	0,719	34,3	0,993	275,2	1,443
Нояб.	2	32,6	0,323	127,1	0,719	39,3	0,992	278,1	1,438
	7	62,6	0,309	135,2	0,718	44,3	0,991	281,0	1,433
	12	94,1	0,310	143,3	0,719	49,3	0,990	284,0	1,427
	17	124,2	0,326	151,4	0,719	54,4	0,989	287,0	1,422
	22	150,7	0,351	159,6	0,719	59,4	0,988	290,0	1,418
	27	173,4	0,380	167,7	0,719	64,5	0,987	293,0	1,413
Дек.	2	192,8	0,407	175,8	0,720	69,5	0,986	296,1	1,409
	7	209,8	0,431	183,9	0,720	74,6	0,985	299,1	1,404
	12	225,1	0,449	192,0	0,721	79,7	0,985	302,2	1,401
	17	239,4	0,461	200,0	0,722	84,8	0,984	305,3	1,398
	22	253,3	0,466	208,1	0,722	89,9	0,984	308,4	1,395
	27	267,0	0,465	216,1	0,723	95,0	0,983	311,5	1,391
	32	281,2	0,456	224,1	0,724	100,1	0,983	314,7	1,389

ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ ДОЛГОТА (l) И РАДИУС-ВЕКТОР (r) ВНЕШНИХ ПЛАНЕТ

на $0^ч$ всемирного времени

Дата 1980		Юпитер		Сатурн		Уран	Нептун
		l	r (а. е.)	l	r (а. е.)	l	l
		°		°		°	°
Янв.	2	150,7	5,379	170,8	9,419	231,5	259,9
	22	152,3	5,384	171,4	9,426	231,7	260,1
Февр.	11	153,8	5,389	172,1	9,432	232,0	260,2
Март	2	155,4	5,393	172,8	9,438	232,2	260,3
	22	156,9	5,398	173,5	9,444	232,5	260,4
Апр.	11	158,4	5,402	174,2	9,450	232,7	260,5
Май	1	160,0	5,406	174,9	9,456	233,0	260,6
	21	161,5	5,410	175,5	9,462	233,2	260,7
Июнь	10	163,0	5,414	176,2	9,468	233,5	260,9
	30	164,6	5,418	176,9	9,474	233,7	261,0
Июль	20	166,1	5,421	177,6	9,480	234,0	261,1
Авг.	9	167,6	5,425	178,3	9,486	234,2	261,2
	29	169,2	5,428	178,9	9,493	234,4	261,3
Сент.	18	170,7	5,431	179,6	9,499	234,7	261,5
Окт.	8	172,2	5,433	180,3	9,505	234,9	261,6
	28	173,7	5,436	181,0	9,511	235,2	261,7
Нояб.	17	175,3	5,438	181,6	9,517	235,4	261,8
Дек.	7	176,8	5,441	182,3	9,523	235,7	261,9
	27	178,3	5,443	183,0	9,529	235,9	262,0

ЗАТМЕНИЯ

В 1980 г. произойдут два солнечных (полное и кольцеобразное) и три частных полутеневых лунных затмения.

Северная граница полного солнечного затмения 16 февраля 1980 г. пройдет по Армении, Азербайджану, Казахстану и Южной Сибири, и там, а также в среднеазиатских республиках, будут видны небольшие частные фазы затмения. Поэтому об этом солнечном затмении приведены полные сведения.

Кольцеобразное солнечное затмение 10 августа 1980 г. и его частные фазы не видны на территории СССР, и поэтому об этом затмении даны лишь краткие сведения.

Частные полутеневые лунные затмения 1 марта и 27 июля 1980 г. доступны наблюдениям на всей территории Советского Союза, кроме его крайних северо-восточных районов. Невооруженному глазу фазы таких затмений незаметны, но в оптические инструменты можно попы-

таться проследить перемещение земной полутени по лунной поверхности. Особенно желательны фотометрические наблюдения ослабления лунного света. С этой целью для первого затмения приведены полные сведения, но для второго затмения дана краткая информация, так как его наибольшая фаза незначительна. Такая же краткая информация приведена и для частного полутеневого лунного затмения 26 августа 1980 г., которое можно наблюдать только в крайних западных районах СССР незадолго до захода Луны.

Солнечные затмения

Полное солнечное затмение 16 февраля 1980 г.

Это полное солнечное затмение является повторением через сарос (18 лет 11 дней) солнечного затмения 4—5 февраля 1962 г., полоса полной фазы которого проходила через острова Калимантан, Сулавеси, Новую Гвинею и далее по Тихому океану (см. Астрономический Календарь на 1962 г.).

Полоса полной фазы солнечного затмения 16 февраля 1980 г. начнется в $7^ч12^м,0$ по всемирному времени в восточной акватории Атлантического океана, в зоне с географической долготой $\lambda = 23^ч00^м,9$ ($14°46'$ западной долготы) и географической широтой $\varphi = -1°23'$, примерно в 2900 км от западного побережья Африки. Пройдя по Атлантическому океану в восточном направлении, полоса полной фазы вступит на Африканский материк, пересечет Заир, на границе Заира с Танзанией повернет к северо-востоку, далее пойдет по Танзании, Кении, Индийскому океану, южным районам Индии и центральным районам Бирмы, а затем перейдет в южные районы Китая, где и окончится в $10^ч34^м,3$ по всемирному времени вблизи города Хунцзяна, в местности с $\lambda = 7^ч14^м,3$ ($108°34'$ восточной долготы) и $\varphi = +26°35'$.

На центральной линии полосы полного солнечного затмения наибольшая фаза $\Phi_m = 1,01$ в полдень наступит в $8^ч59^м,1$ по всемирному времени вблизи восточного побережья Сомали, в зоне Индийского океана с $\lambda = 3^ч15^м,1$ ($48°46'$ восточной долготы) и $\varphi = +0°42'$.

Частные фазы этого затмения будут видны в Африке, Аравии, юго-западных районах Азии, в Индийском океане и юго-восточной акватории Атлантического океана. Они начнутся при восходе Солнца в $6^ч15^м,1$ в восточной акватории Атлантического океана с $\lambda = 23^ч53^м,8$ ($1°33'$ западной долготы) и $\varphi = -5°50'$, а окончатся при заходе Солнца в $11^ч31^м,2$ в Бирме, недалеко от города Мандалая, в местности с $\lambda = 6^ч22^м,2$ ($95°33'$ восточной долготы) и $\varphi = +22°10'$.

Общая продолжительность солнечного затмения на Земле составит $5^ч16^м,1$, а его полной фазы — $3^ч22^м,3$.

На территории Советского Союза небольшие частные фазы затмения будут видны в южных районах Армении и Азербайджана, в Казахстане и среднеазиатских республиках, а незадолго до захода Солнца — в южных районах Красноярского края, Томской области и Иркутской области. Обстоятельства затмения по всемирному времени T_0 приведены в таблице на стр. 68. Чтобы получить те же моменты по времени T, принятому в определенной местности (назовем это время местным), необходимо к указанным в таблице моментам прибавить поправку $\tau = 3^ч + \Delta T$, где ΔT — разность в целых часах между местным и московским временем.

Геоцентрическое соединение Луны с Солнцем по прямому восхождению произойдет 16 февраля 1980 г. в $8^ч59^м02^с$ по всемирному времени.

Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$21^ч56^м14^с,8$	$21^ч56^м14^с,8$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с,73$	$+149^с,30$
Склонение δ	$-12°33'57''$	$-12°19'59''$
Часовое изменение $\Delta\delta$	$+51'',7$	$+572'',1$
Угловой радиус r	$16'11'',4$	$16'36'',8$
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	$8'',90$	$60'58'',51$

Для любого момента по всемирному времени T_0, выраженному в часах и десятичных долях часа, экваториальные координаты могут быть вычислены по формулам:

для Солнца $\alpha = 21^ч56^м15^с,0 + 9^с,73 \cdot (T_0 - 9^ч)$,

$\delta = -12°33'56'' + 51'',7 \cdot (T_0 - 9^ч)$;

для Луны $\alpha = 12^ч56^м17^с,2 + 149^с,30 \cdot (T_0 - 9^ч)$,

$\delta = -12°19'50'' + 572'',1 \cdot (T_0 - 9^ч)$.

Горизонтальный экваториальный параллакс Луны

$$p_☾ = 60'58'',52 + 0'',783 \cdot (T_0 - 9^ч).$$

БЕССЕЛЕВЫ ЭЛЕМЕНТЫ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ

T_0	x	y	$\sin d$	$\cos d$	u_e	u_i	μ
8ч00м	—0,55134	+0,08929	—0,21781	+0,97599	+0,53918	—0,00711	296°27′,5
8 20	—0,36454	+0,13676	0,21773	0,97601	0,53917	0,00713	301 27,6
8 40	—0,17773	+0,18425	0,21765	0,97603	0,53915	0,00714	306 27,6
9 00	+0,00907	+0,23176	0,21757	0,97604	0,53913	0,00716	311 27,7
9 20	+0,19588	+0,27928	0,21749	0,97606	0,53911	0,00718	316 27,7
9 40	+0,38268	+0,32682	0,21741	0,97608	0,53909	0,00721	321 27,7
10 00	+0,56947	+0,37438	0,21733	0,97610	0,53906	0,00724	326 27,8
10 20	+0,75625	+0,42195	0,21725	0,97612	0,53903	0,00727	331 27,8
10 40	+0,94302	+0,46953	0,21717	0,97613	0,53900	0,00730	336 27,9
11 00	+1,12978	+0,51713	—0,21709	+0,97615	+0,53896	—0,00734	341 27,9

ИЗМЕНЕНИЯ ЗА ОДНУ МИНУТУ

T_0	x'	y'	T_0	x'	y'
8ч	+0,009340	+0,002373	10ч	+0,009339	+0,002378
9	+0,009340	+0,002376	11	+0,009338	+0,002380

$\mu' = 0{,}0043639$ рад. $= 15',0020$; $\operatorname{tg} f_e = 0{,}0047294$; $\operatorname{tg} f_i = 0{,}0047058$

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ

16 ФЕВРАЛЯ 1980 г. ПО ВСЕМИРНОМУ ВРЕМЕНИ

Углы Z_1 и Z_4 определяют положение точек касания лунного диска с солнечным в начале и конце затмения; эти углы отсчитываются от верхней (обращенной к зениту) точки солнечного диска к востоку, т. е. в направлении, противоположном вращению часовой стрелки.

Пункт	Моменты			Наибольшая фаза Φ_m	Углы положения от зенита	
	начала T_1	наибольшей фазы T_m	конца T_4		начала Z_1	конца Z_4
	ч м	ч м	ч м		°	°
Абакан	9 41	10 11	10 41	0,12	160	98
Алма-Ата	9 24	10 12	10 56	0,26	173	78
Андижан	9 18	10 09	10 56	0,27	177	76
Аральск	9 35	9 52	10 09	0,03	155	124
Ашхабад	9 03	9 50	10 35	0,18	182	92
Байконур	9 35	9 57	10 19	0,05	157	116
Баку	9 13	9 34	9 55	0,03	169	130
Балхаш	9 30	10 07	10 43	0,15	165	93
Барнаул	9 42	10 08	10 33	0,08	157	106
Бийск	9 40	10 10	10 38	0,11	159	101
Бухара	9 12	9 59	10 44	0,21	177	86
Джамбул	9 21	10 06	10 49	0,21	172	85
Душанбе	9 12	10 05	10 55	0,29	179	74
Енисейск	9 52	10 06	10 20	0,03	148	121
Караганда	9 38	10 03	10 28	0,07	158	109
Кемерово	9 47	10 07	10 27	0,05	153	113
Керки	9 08	10 01	10 50	0,26	182	77
Кзыл-Орда	9 25	9 58	10 30	0,10	166	102
Коканд	9 17	10 07	10 54	0,26	177	77
Красноводск	9 09	9 40	10 10	0,07	175	115
Красноярск	9 45	10 09	10 33	0,08	156	107
Кушка	9 00	9 57	10 50	0,29	186	74
Кызыл	9 38	10 15	10 50	0,19	165	88
Ленинабад	9 16	10 06	10 53	0,25	177	78
Ленкорань	9 05	9 32	9 59	0,06	176	126
Мары	9 05	9 56	10 44	0,23	182	83
Нарын (Кирг. ССР)	9 21	10 12	11 00	0,29	175	73
Нахичевань	9 12	9 25	9 38	0,01	167	145
Новокузнецк	9 42	10 09	10 36	0,10	158	104
Новосибирск	9 48	10 06	10 23	0,04	151	116
Нукус	9 18	9 51	10 23	0,09	170	107
Павлодар	9 43	10 04	10 25	0,05	154	113
Пржевальск	9 24	10 13	11 00	0,29	174	73
Самарканд	9 05	9 47	10 28	0,15	180	99
Семипалатинск	9 37	10 09	10 39	0,12	162	100
Степанакерт	9 14	9 28	9 41	0,01	166	141

Пункт	Моменты			Наибольшая фаза Φ_m	Углы положения от зенита	
	начала T_1	наибольшей фазы T_m	конца T_4		начала Z_1	конца Z_4
	ч м	ч м	ч м		°	°
Тайшет	9 43	10 11	10 39	0,12	159	101
Ташауз	9 16	9 52	10 27	0,11	172	104
Ташкент	9 17	10 05	10 50	0,22	175	83
Термез	9 08	10 04	10 56	0,30	183	72
Томск	9 52	10 05	10 18	0,02	147	122
Фрунзе	9 23	10 10	10 54	0,24	173	80
Хорог	9 12	10 09	11 02	0,34	180	66
Целиноград	9 45	10 00	10 16	0,03	151	121
Чарджоу	9 10	9 58	10 44	0,21	180	85

Кольцеобразное солнечное затмение 10 августа 1980 г.

Это солнечное затмение является повторением через сарос (18 лет 10 дней) кольцеобразного солнечного затмения 31 июля 1962 г., полоса кольцеобразной фазы которого проходила по северо-восточной части Южной Америки, Атлантическому океану, Экваториальной Африке и Индийскому океану (см. Астрономический Календарь на 1962 г.). Теперь же, 10 августа 1980 г., полоса кольцеобразной фазы пройдет по экваториальной зоне восточной половины Тихого океана и по центральным районам Южной Америки. Она начнется в $17^ч18^м,7$ по всемирному времени в центральной акватории Тихого океана с географическими координатами $\lambda = 12^ч45^м,3$ ($168°41'$ западной долготы) и $\varphi = +1°08'$ и окончится в $21^ч04^м,3$ на юге Бразилии, в местности с $\lambda = 20^ч34^м,8$ ($51°18'$ западной долготы) и $\varphi = -22°32'$, расположенной примерно в 450 км северо-западнее города Сан-Паулу.

На центральной линии полосы кольцеобразного солнечного затмения наибольшая фаза $\Phi_m = 0,98$ в полдень наступит в $19^ч16^м,3$ по всемирному времени в акватории Тихого океана с $\lambda = 16^ч48^м,9$ ($107°46'$ западной долготы) и $\varphi = +4°05'$.

Частные фазы солнечного затмения будут видны в восточной части Тихого океана, в южных районах Северной Америки, в Центральной Америке и Южной Америке. Они начнутся в $16^ч13^м,9$ по всемирному времени в центральной зоне Тихого океана с $\lambda = 13^ч45^м,9$ ($153°32'$ западной долготы) и $\varphi = +4°59'$ и окончатся в $22^ч09^м,3$ на территории Боливии, вблизи озера Поопо, в местности с $\lambda = 19^ч34^м,7$ ($66°20'$ западной долготы) и $\varphi = -18°42'$. Общая продолжительность солнечного затмения на Земле составит $5^ч55^м,4$, а длительность его кольцеобразной фазы — $3^ч45^м,6$.

Геоцентрическое соединение Луны с Солнцем по прямому восхождению произойдет 10 августа 1980 г. в $19^ч16^м16^с$ по всемирному времени.

Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$9^ч22^м52^с,5$	$9^ч22^м52^с,5$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с,47$	$+126^с,58$
Склонение δ	$+15°20'59''$	$+15°10'08''$
Часовое изменение $\Delta\delta$	$-44'',3$	$-409'',9$
Угловой радиус r	$15'46'',8$	$15'07'',2$
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	$8'',68$	$55'29'',31$

Лунные затмения

Частное полутеневое лунное затмение 1 марта 1980 г.

Все полутеневые фазы этого затмения доступны наблюдениям на территории Советского Союза, кроме его крайних северо-восточных районов, где Луна зайдет за горизонт до окончания затмения. Верхняя кульминация Луны в середине затмения произойдет на географическом меридиане $\lambda_в = 3^ч28^м,3 = 52°05'$, проходящем вблизи Гурьева, Челкара, Уральска, Бузулука, Елабуги и Селты к Топседе на берегу Баренцова моря.

Геоцентрическое противостояние Луны и Солнца по прямому восхождению наступит 1 марта 1980 г. в $20^ч01^м22^с$ по всемирному времени.

Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$22^ч51^м21^с,6$	$10^ч51^м21^с,6$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с,35$	$+114^с,94$
Склонение δ	$-7°17'22''$	$+8°26'39''$
Часовое изменение $\Delta\delta$	$+57'',2$	$-526'',8$
Угловой радиус r	$16'08'',2$	$14'44'',3$
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	$8'',87$	$54'05'',46$

Обстоятельства затмения по всемирному времени

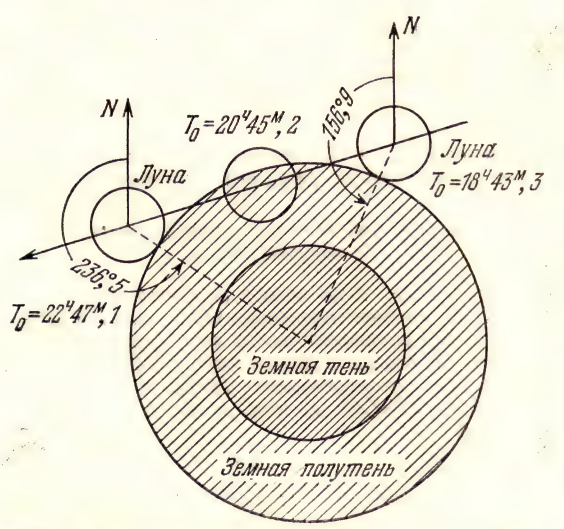
	T_0	P
Вступление Луны в полутень	$18^ч43^м,3$	$156°,9$
Момент наибольшей фазы	20 45,2	196,7
Выход Луны из полутени	22 47,1	236,5

Эфемерида частного полутеневого лунного затмения 1 марта 1980 г.

Обозначения: T_0 — момент по всемирному времени; σ — угловое расстояние между центрами лунного диска и контура земной тени; Δ — то же расстояние, выраженное в радиусах контура земной тени; θ — линейная фаза полутеневого затмения; P — позиционный угол радиуса Луны, направленного к центру контура земной тени (отсчитывается от северной точки лунного диска к востоку, т. е. против направления вращения часовой стрелки).

T_0	σ	Δ	θ	P
18ч43м 3	5186″	2,229	0,000	156°,9
18 59,2	4920	2,115	0,150	160,7
19 19,2	4621	1,986	0,319	166,2
19 39,2	4370	1,878	0,461	172,4
19 59,2	4175	1,795	0,572	179,2
20 19,2	4045	1,739	0,645	186,6
20 39,2	3985	1,713	0,679	194,3
20 45,2	3981	1,711	0,681	196,7
20 59,2	4000	1,720	0,670	202,2
21 19,2	4088	1,757	0,621	209,8
21 39,2	4245	1,825	0,532	217,0
21 59,2	4463	1,918	0,409	223,6
22 19,2	4734	2,035	0,256	229,4
22 39,2	5049	2,170	0,077	234,7
22 47,1	5186	2,229	0,000	236,5

Продолжительность полутеневого затмения составит 4ч03м,8, а его наибольшая фаза $\theta_m = 0{,}681$. Угловой радиус земной полутени $R_{\bullet} = 71'42'' = 71',7$ и отношение $b_1 = R_{\bullet} : r_{☾} = 4{,}864$. Угловой радиус земной тени $r_{\bullet} = 38'46'' = 38',8$.



Путь Луны сквозь земную полутень 1 марта 1980 г.

Луна будет находиться в созвездии Льва, вблизи его звезд ρ, χ и σ, и пройдет сквозь северную зону земной полутени (см. рисунок).

Частное полутеневое лунное затмение 27 июля 1980 г.

Это полутеневое лунное затмение с незначительной наибольшей фазой $\theta_m = 0{,}279$ также доступно наблюдениям в СССР, кроме его крайних северо-восточных районов. Верхняя кульминация Луны в середине затмения наступит на географическом меридиане $\lambda_в = 4^ч57^м{,}5 = 74°22'$, проходящем вблизи Рангкуля и Улугчата, несколько западнее Фрунзе, восточнее Омска и Караганды к Таране на берегу Обской губы.

Геоцентрическое противостояние Луны и Солнца произойдет 27 июля 1980 г. в $19^ч30^м46^с$ по всемирному времени.

Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$8^ч28^м56^с{,}2$	$20^ч28^м56^с{,}2$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с{,}81$	$+146^с{,}54$
Склонение δ	+19°02′39″	−17°38′19″
Часовое изменение $\Delta\delta$	−34″,5	+325″,9
Угловой радиус r	15′45″,1	16′04″,6
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	8″,66	59′00″,29

Обстоятельства затмения по всемирному времени

	T_0	P
Вступление Луны в полутень	$17^ч55^м{,}8$	146°,1
Момент наибольшей фазы	19 08,1	171,5
Выход Луны из полутени	20 20,5	197,0

Продолжительность полутеневого затмения составит $2^ч24^м{,}7$. Угловой радиус земной полутени $R_● = 76'18'' = 76',3$ и отношение $b_1 = R_● : r_☾ = 4{,}746$. Угловой радиус земной тени $r_● = 44'10'' = 44',2$.

Луна будет находиться в созвездии Козерога, недалеко от его звезд α и β, и пройдет сквозь северную зону земной полутени.

Частное полутеневое лунное затмение 26 августа 1980 г.

Это лунное затмение с наибольшей полутеневой фазой $\theta_m = 0{,}733$ не доступно наблюдениям на территории СССР, кроме крайне западных его районов, где на протяжении всего лишь одного часа могут быть отмечены только начальные полутеневые фазы не более $\theta = 0{,}55$.

Геоцентрическое противостояние Луны и Солнца произойдет 26 августа 1980 г. в $2^ч56^м28^с$ по всемирному времени.

Для этого момента:

	Солнце ☉	Луна ☾
Прямое восхождение α	$10^ч19^м52^с{,}2$	$22^ч19^м52^с{,}2$
Часовое изменение $\Delta\alpha$	$+9^с{,}15$	$+145^с{,}10$
Склонение δ	+10°23′45″	−11°36′32″
Часовое изменение $\Delta\delta$	−52″,2	+610″,5
Угловой радиус r	15′49″,7	16′27″,1
Горизонтальный экваториальный параллакс p_0	8″,70	60′22″,60

Обстоятельства затмения по всемирному времени

	T_0	P
Вступление Луны в полутень	$1^ч41^м,2$	26°,3
Момент наибольшей фазы	3 30,5	344,4
Выход Луны из полутени	5 19,8	302,5

Угловой радиус земной полутени $R_{●} = 77'46'' = 77',8$ и отношение $b_1 = R_{●} : r_{☾} = 4{,}728$. Угловой радиус земной тени $r_{●} = 45'29'' = 45',5$.

Луна будет находиться в созвездии Водолея, вблизи его звезд δ, λ и θ, и пройдет сквозь южную зону земной полутени.

ПОКРЫТИЯ ЗВЕЗД И ПЛАНЕТ ЛУНОЙ

В Календаре на стр. 75—97 помещены эфемериды покрытий Луной звезд, которые произойдут в 1980 г., для 22 городов Советского Союза.

Эфемериды покрытий охватывают территорию СССР от западных границ до Дальнего Востока. В эфемеридах даны покрытия звезд, доступные для наблюдения с помощью малых астрономических инструментов типа школьных телескопов. Блеск звезд, указанных в таблицах, соответствует фазе Луны. В полнолуние даны только звезды 4,5 величины и ярче, а при малых фазах — до 5—6-й величины. При благоприятных условиях наблюдения указывается покрытие и открытие звезды, в иных случаях — только покрытие или открытие.

Из покрытий планет в 1980 г. будут наблюдаться: покрытие Венеры 20 января, видимое в европейской части СССР, 7 августа — в Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке, 5 октября — в европейской части СССР, Средней Азии и Сибири; покрытие Юпитера 16 июля, видимое в Сибири и на Дальнем Востоке; покрытие Сатурна 17 июля — в Сибири и на Дальнем Востоке, 4 февраля — в Душанбе.

Среди покрытий ярких звезд произойдет покрытие звезды Альдебаран (α Тельца) 15 мая, 9 июля, 29 сентября, видимое в европейской части СССР, Средней Азии, Сибири и на Дальнем Востоке; 23 февраля, 18 апреля, 1 сентября, 20 декабря — на Дальнем Востоке. Произойдет покрытие звезды Регул (α Льва) 15 июля, 5 октября — в европейской части СССР, Средней Азии и в Сибири, 7 сентября — в Сибири и на Дальнем Востоке и 1 ноября в европейской части СССР.

В эфемеридных таблицах приводятся: обозначение звезды, возраст Луны в днях, момент явления по всемирному времени, дифференциальные коэффициенты a и b, угол положения P. Коэффициенты a и b позволяют вычислить моменты явления для наблюдателей, находящихся вне указанных городов на расстоянии до 3° по широте и долготе.

Расчет производится по формуле:

$$T' = T + a\,(\lambda' - \lambda) + b\,(\varphi' - \varphi),$$

где T' — искомый момент явления в пункте наблюдения, T — момент исходного эфемеридного пункта, λ' и φ' — географические координаты пункта наблюдения, λ и φ — географические координаты исходного эфемеридного пункта.

Для краевых и почти касательных покрытий коэффициенты a и b не даны, так как такие покрытия не интерполируются. Следует обратить внимание на то, что наблюдение почти касательных покрытий имеет

важное значение для точного вычисления астрономической широты Луны.

В последней графе таблицы приводится угол положения P, указывающий, в какой точке лунного диска произойдет покрытие или открытие звезды или планеты. Угол P отсчитывается от северной точки лунного диска против хода часовой стрелки. При наблюдении в прибор с горизонтальной установкой удобнее пользоваться вместо угла P углом Z, отсчитываемым от верхней точки пересечения лунного диска с вертикалом, проходящим через центр лунного диска. Угол Z отсчитывается, как и P, против хода часовой стрелки. При наблюдении в телескоп Z отсчитывается от нижней точки лунного диска также против хода часовой стрелки. По величине угла P и времени наблюдения можно вычислить соответствующий угол Z с помощью параллактического угла γ между вертикальным кругом и кругом склонения. Угол γ может быть найден с помощью номограммы, опубликованной в Астрономическом Календаре на 1952 год (стр. 17). Определив γ, делаем переход по одной из формул:

$$Z = P + \gamma \quad \text{при} \quad t < 0,$$
$$Z = P - \gamma \quad \text{при} \quad t > 0,$$

где t — часовой угол.

Знать угол положения важно при наблюдении открытий, чтобы определить место появления звезды из-за диска Луны. Подробная инструкция для наблюдения покрытий звезд Луной опубликована в Постоянной части Астрономического Календаря, изд. 6-е, гл. V, § 9 (стр. 445—451). Возможно также самостоятельное предвычисление покрытий, о чем см. там же, гл. I, § 22 (стр. 135—148).

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
						Москва					
				m	д		ч	м	м	м	°
Январь	20		Венера	—3,5	2,6	покр.	12	30,1	+1,5	—0,3	92
	20		Венера	—3,5	2,6	откр.	13	39,6	+0,9	+0,2	224
	26	γ	Тельца	3,9	9,0	покр.	22	52,3	+0,3	—0,7	55
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,0	покр.	22	24,8	+0,9	+0,4	122
	5	γ	Девы	2,9	19,1	откр.	23	40,3	+1,2	+0,3	288
Март	7	γ	Весов	4,0	20,6	покр.	23	11,6	+0,6	+0,3	136
	8	γ	Весов	4,0	20,6	откр.	0	17,3	+1,4	+1,1	263
	21	264 B	Тельца	4,8	4,9	покр.	16	10,3	+1,1	+0,4	48
	22	115	Тельца	5,3	5,9	покр.	16	5,7	+1,3	+0,6	57
Апрель	24	ρ	Льва	3,8	9,7	покр.	22	36,4	+0,6	—1,3	66
	27	γ	Девы	2,9	12,5	покр.	17	33,6	+1,0	+0,3	119
	27	γ	Девы	2,9	12,5	откр.	18	50,5	+1,3	—0,1	292
Май	15	α	Тельца	1,1	1,1	покр.	14	23,8	+0,6	—1,3	84
	15	α	Тельца	1,1	1,1	откр.	15	24,7	+0,3	—1,3	263
Июль	6	ξ^2	Кита	4,3	24,1	откр.	23	39,2	+0,2	+1,5	275
	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	6	32,9	+1,2	+0,9	67
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	7	44,9	+1,3	—0,3	267
	15	α	Льва	1,3	3,0	покр.	7	38,1	+0,4	+2,7	62
	15	α	Льва	1,3	3,0	откр.	8	28,6	+0,8	—0,5	327
Август	24	θ	Козерога	4,2	14,0	покр.	19	43,9	...	...	145
Сентябрь	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	19	32,8	+0,4	+1,8	58
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	откр.	20	32,7	+0,8	+1,4	258
	27	5	Тельца	4,3	18,5	покр.	21	33,5	+0,7	+1,5	75
	27	5	Тельца	4,3	18,5	откр.	22	38,7	+0,9	+1,4	245
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	покр.	21	5,1	+0,5	+1,4	94
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	откр.	22	3,0	+0,5	+2,0	234
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	покр.	21	10,9	+0,8	+1,0	117
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	откр.	21	55,8	+0,2	+2,5	211
	28	264 B	Тельца	4,8	19,6	откр.	23	7,8	+0,9	+1,4	254
	29	α	Тельца	1,1	19,6	покр.	0	47,6	+1,3	+0,6	82
	29	α	Тельца	1,1	19,6	откр.	1	59,4	+1,2	+0,4	250
	30	119	Тельца	4,7	20,6	откр.	0	35,0	+1,6	—1,1	315
Октябрь	5	α	Льва	1,3	25,8	покр.	3	52,4	+1,0	+1,4	89
	5	α	Льва	1,3	25,8	откр.	5	4,0	+1,2	—0,4	307
	5		Венера	—3,6	25,8	покр.	5	55,3	+1,1	—1,8	147
	5		Венера	—3,6	25,9	откр.	7	8,5	+2,0	+0,3	256
	18	θ	Козерога	4,2	9,5	покр.	14	41,5	+1,1	+1,1	79
	19	ι	Водолея	4,4	10,6	покр.	17	2,2	+1,8	—0,4	126
Ноябрь	1	α	Льва	1,3	23,4	покр.	11	34,3	0,0	—1,1	55
	20	ξ^2	Кита	4,3	12,8	покр.	17	46,1	+1,0	+1,1	84
	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	19	40,5	+0,6	+1,9	242
Декабрь	14	ψ^1	Водолея	4,5	6,9	покр.	13	10,2	+1,5	+0,4	122

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		c	b	P
						Ленинград					
				m	д		ч	м	м	м	°
Январь	20		Венера	—3,5	2,6	покр.	12	20,2	+1,2	+0,2	81
	20		Венера	—3,5	2,6	откр.	13	33,2	+1,0	0,0	237
	26	γ	Тельца	3,9	9,0	покр.	22	46,7	+0,5	—0,5	47
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,0	покр.	22	22,1	+0,7	+0,9	115
	5	γ	Девы	2,9	19,0	откр.	23	34,2	+0,9	+0,5	292
Март	8	γ	Весов	4,0	20,6	откр.	0	13,5	+1,1	+1,3	264
Апрель	24	ρ	Льва	3,8	9,7	покр.	22	25,8	+0,7	—1,4	65
	27	γ	Девы	2,9	12,6	откр.	18	42,7	+1,0	+0,2	295
Май	15	α	Тельца	1,1	1,1	покр.	14	14,3	+0,7	—0,9	75
	15	α	Тельца	1,1	1,1	откр.	15	15,9	+0,4	—1,5	270
Июль	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	6	30,2	+0,9	+1,5	52
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	7	34,1	+1,2	—0,5	282
	15	α	Льва	1,3	3,0	покр.	7	49,9	+0,2	+4,3	41
	15	α	Льва	1,3	3,0	откр.	8	19,3	+0,7	—1,8	347
Август	24	θ	Козерога	4,2	14,0	покр.	19	31,9	+1,2	+0,2	133
Сентябрь	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	19	38,4	+0,2	+1,9	49
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	откр.	20	33,7	+0,6	+1,4	268
	27	5	Тельца	4,3	18,5	покр.	21	36,0	+0,5	+1,7	63
	27	5	Тельца	4,3	18,5	откр.	22	38,1	+0,8	+1,3	258
	28	71	Тельца	4,6	19,4	откр.	20	47,8	—0,3	+2,7	196
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	покр.	21	8,8	+0,3	+1,6	83
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	откр.	22	7,7	+0,4	+1,8	246
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	покр.	21	11,9	+0,4	+1,4	104
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	откр.	22	3,7	+0,2	+2,1	225
	28	264 B	Тельца	4,8	19,6	откр.	23	7,4	+0,8	+1,3	267
	29	α	Тельца	1,1	19,6	покр.	0	43,5	+0,9	+1,2	68
	29	α	Тельца	1,1	19,6	откр.	1	52,0	+1,1	+0,2	265
Октябрь	5	α	Льва	1,3	25,8	покр.	3	53,0	+0,8	+2,0	76
	5	α	Льва	1,3	25,8	откр.	4	55,1	+0,9	—0,4	317
	5		Венера	—3,6	25,8	покр.	5	41,7	+1,1	—0,8	138
	5		Венера	—3,6	25,8	откр.	6	57,4	+1,6	+0,5	261
	19	ι	Водолея	4,4	10,6	покр.	16	51,9	+1,2	+0,4	115
Ноябрь	1	α	Льва	1,3	23,4	покр.	11	28,8	+0,2	—1,3	53
	1	α	Льва	1,3	23,4	откр.	12	1,8	—0,4	—2,2	342
	20	ξ^2	Кита	4,3	12,8	покр.	17	45,3	+0,7	+1,4	73
	21	μ	Кита	4,4	13,2	покр.	2	7,7	+0,2	—0,6	50
	22	α	Тельца	1,1	15,0	покр.	21	25,2	+1,6	—1,7	137
	22	α	Тельца	1,1	15,0	откр.	21	57,3	+0,5	+3,3	194
	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	19	43,8	+0,5	+1,6	256
Декабрь	14	ψ^1	Водолея	4,5	6,9	покр.	13	4,5	+1,0	+1,0	113

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
					Рига					
			m	д		ч	м	м	м	°
Январь	20	Венера	—3,5	2,6	покр.	12	11,1	+1,3	+0,6	81
	20	Венера	—3,5	2,6	откр.	13	26,3	+1,1	+0,3	237
	26	γ Тельца	3,9	9,0	покр.	22	45,3	+0,6	—0,7	58
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,0	покр.	22	16,2	+0,5	+0,6	126
	5	γ Девы	2,9	19,0	откр.	23	25,8	+1,0	+1,0	280
Апрель	21	3 Рака	5,8	6,6	покр.	19	57,3	+0,6	—1,8	105
	24	ρ Льва	3,8	9,7	покр.	22	25,0	+0,9	—1,4	75
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	18	34,8	+1,1	+0,7	284
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14	12,3	+0,9	—1,0	84
	15	α Тельца	1,1	1,1	откр.	15	16,8	+0,6	—1,2	260
Июль	7	α Тельца	1,1	24,4	покр.	6	19,9	+0,9	+1,6	55
	7	α Тельца	1,1	24,4	откр.	7	26,9	+1,3	0,0	276
	15	α Льва	1,3	3,0	покр.	7	38,6	0,0	+3,1	53
	15	α Льва	1,3	3,0	откр.	8	18,8	+0,6	—0,6	334
Август	24	θ Козерога	4,2	14,0	покр.	19	23,8	+1,2	+0,2	135
Сентябрь	26	ξ² Кита	4,3	17,4	покр.	19	31,7	+0,1	+1,9	49
	26	ξ² Кита	4,3	17,4	откр.	20	25,7	+0,5	+1,5	269
	27	5 Тельца	4,3	18,5	покр.	21	28,0	+0,4	+1,8	63
	27	5 Тельца	4,3	18,5	откр.	22	29,2	+0,7	+1,5	258
	28	71 Тельца	4,6	19,4	откр.	20	42,3	—0,4	+2,6	196
	28	θ¹ Тельца	4,0	19,4	покр.	21	2,6	+0,2	+1,6	83
	28	θ¹ Тельца	4,0	19,5	откр.	22	0,0	+0,3	+1,8	246
	28	θ² Тельца	3,6	19,4	покр.	21	5,6	+0,3	+1,4	104
	28	θ² Тельца	3,6	19,4	откр.	21	56,2	+0,1	+2,1	225
	28	264 B Тельца	4,8	19,5	откр.	22	58,7	+0,7	+1,4	267
	29	α Тельца	1,1	19,6	покр.	0	33,9	+0,9	+1,4	70
	29	α Тельца	1,1	19,6	откр.	1	43,5	+1,2	+0,6	260
Октябрь	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	3	42,9	+0,7	+1,8	86
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	4	49,7	+0,9	+0,1	306
	5	Венера	—3,6	25,8	покр.	5	38,6	+1,0	—1,5	152
	5	Венера	—3,6	25,8	откр.	6	43,5	+1,9	+1,8	247
	19	ι Водолея	4,4	10,6	покр.	16	42,5	+1,2	+0,6	115
Ноябрь	1	α Льва	1,3	23,4	покр.	11	31,5	+0,2	—1,3	61
	1	α Льва	1,3	23,4	откр.	12	10,6	—0,3	—2,2	336
	20	ξ² Кита	4,3	12,8	покр.	17	36,7	+0,6	+1,5	72
	21	μ Кита	4,4	13,2	покр.	2	8,2	+0,3	—0,8	60
	22	α Тельца	1,1	15,0	покр.	21	20,1	...	...	145
	22	α Тельца	1,1	15,0	откр.	21	43,5	...	...	185
	23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	19	36,0	+0,4	+1,7	255

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
		Львов								
			m	д		ч	м	м	м	°
Январь	20	Венера	—3,5	2,6	покр.	12	7,1	+1,8	+0,5	90
	20	Венера	—3,5	2,6	откр.	13	22,5	+1,3	+0,8	226
	26	γ Тельца	3,9	9,0	покр.	22	51,9	+0,6	—1,1	78
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,0	покр.	22	15,8	+0,5	—0,6	149
	5	γ Девы	2,9	19,0	откр.	23	15,8	+1,4	+1,9	259
Март	7	γ Весов	4,0	20,6	откр.	23	43,6	...	...	227
	18	ν Рыб	4,7	1,9	покр.	17	35,4	+0,3	+0,3	35
	21	α Тельца	1,1	5,0	покр.	18	57,4	+1,0	+0,6	37
	21	α Тельца	1,1	5,0	откр.	19	41,1	+0,2	—2,9	311
Апрель	22	o^1 Рака	5,2	7,8	покр.	23	10,5	...	...	21
	22	o^1 Рака	5,2	7,8	откр.	23	15,7	...	...	11
	24	ρ Льва	3,8	9,7	покр.	22	35,0	+0,9	—1,5	86
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	18	27,3	+1,6	+1,4	264
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14	21,8	+1,0	—1,7	106
	15	α Тельца	1,1	1,1	откр.	15	22,7	+0,8	—0,4	239
Июнь	1	21 Стрельца	5,0	17,5	откр.	0	10,0	+1,7	+0,1	264
Июль	9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	6	9,4	+1,3	+1,3	73
	9	α Тельца	1,1	26,4	откр.	7	24,4	+1,5	+0,7	256
	15	α Льва	1,3	3,0	покр.	7	21,3	+0,1	+1,9	78
	15	α Льва	1,3	3,0	откр.	8	19,1	+0,6	+0,3	308
Август	24	θ Козерога	4,2	14,0	покр.	19	26,5	...	...	153
Сентябрь	20	υ Козерога	5,3	11,4	покр.	19	26,4	+1,5	0,0	80
	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	покр.	19	18,5	+0,1	+1,8	57
	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	откр.	20	14,8	+0,5	+1,5	260
	27	5 Тельца	4,3	18,5	покр.	21	15,6	+0,5	+1,6	73
	27	5 Тельца	4,3	18,5	откр.	22	17,9	+0,7	+1,7	246
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	покр.	20	52,0	+0,2	+1,4	93
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	откр.	21	46,5	+0,2	+2,0	235
	28	θ^2 Тельца	3,6	19,5	покр.	20	57,2	+0,4	+0,9	116
	28	θ^2 Тельца	3,6	19,5	откр.	21	39,9	—0,1	+2,5	212
	28	264 B Тельца	4,8	19,5	откр.	22	47,7	+0,7	+1,6	253
	29	α Тельца	1,1	19,6	покр.	0	25,2	+1,3	+1,0	87
	29	α Тельца	1,1	19,6	откр.	1	36,4	+1,3	+1,3	241
	30	119 Тельца	4,7	20,6	откр.	0	16,6	+1,5	—0,2	308
Октябрь	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	3	33,0	+0,8	+0,9	107
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	4	46,5	+1,2	+0,8	284
	15	21 Стрельца	5,0	6,7	покр.	18	0,5	+0,6	0,0	39
	17	σ Козерога	5,5	8,7	покр.	19	58,1	+1,3	—1,7	109
	19	ι Водолея	4,4	10,6	покр.	16	39,4	+1,6	+0,1	126

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
				m	д		ч	м	м	м	°
Ноябрь	1	α	Льва	1,3	23,4	покр.	11	40,5	+0,1	—1,2	72
	1	α	Льва	1,3	23,4	откр.	12	25,9	—0,4	—2,1	326
	14	19	Козерога	5,9	6,8	покр.	17	33,0	+1,4	—0,8	88
	20	ξ^2	Кита	4,3	12,8	покр.	17	25,9	+0,8	+1,4	82
	21	μ	Кита	4,4	13,2	покр.	2	15,1	+0,3	—1,2	82
	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	19	23,1	+0,3	+1,9	241
Декабрь	1	7	Девы	5,2	23,2	откр.	2	31,4	...	...	6

Киев

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
Январь	20		Венера	—3,5	2,6	покр.	12	18,9	+1,8	0,0	95
	20		Венера	—3,5	2,6	откр.	13	30,5	+1,1	+0,7	220
	26	γ	Тельца	3,9	9,0	покр.	22	54,4	+0,4	—1,0	73
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,0	покр.	22	19,1	+0,6	—0,4	142
	5	γ	Девы	2,9	19,0	откр.	23	26,4	+1,5	+1,3	267
	26	74	Близнецов	5,2	10,5	покр.	21	12,4	+1,2	—1,8	116
Март	7	γ	Весов	4,0	20,6	покр.	23	10,0	+0,1	—0,9	160
	7	γ	Весов	4,0	20,6	откр.	23	57,7	+1,8	+2,3	241
	21	α	Тельца	1,1	5,0	покр.	19	4,0	+0,9	+0,9	29
	21	α	Тельца	1,1	5,0	откр.	19	39,3	—0,1	—3,3	320
Апрель	24	ρ	Льва	3,8	9,7	покр.	22	39,2	+0,7	—1,4	79
	27	γ	Девы	2,9	12,5	покр.	17	27,1	+0,8	—0,4	139
	27	γ	Девы	2,9	12,5	откр.	18	38,5	+1,6	+0,8	273
Май	15	α	Тельца	1,1	1,1	покр.	14	26,5	+0,8	—1,7	102
	15	α	Тельца	1,1	1,1	откр.	15	26,9	+0,6	—0,7	244
Июнь	1	21	Стрельца	5,0	17,5	откр.	0	20,5	+1,6	—0,2	264
Июль	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	6	18,7	+1,4	+0,9	77
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	7	34,6	+1,5	+0,5	254
	15	α	Льва	1,3	3,0	покр.	7	23,6	+0,3	+1,9	79
	15	α	Льва	1,3	3,0	откр.	8	23,6	+0,7	+0,2	308
Август	24	θ	Козерога	4,2	14,0	покр.	19	38,0	...	...	156
	24	θ	Козерога	4,2	14,0	откр.	19	51,0	...	...	176
Сентябрь	20	υ	Козерога	5,3	11,4	покр.	19	36,1	+1,5	—0,4	83
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	19	20,9	+0,3	+1,8	60
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	откр.	20	19,7	+0,7	+1,6	256
	27	5	Тельца	4,3	18,5	покр.	21	20,3	+0,7	+1,5	78
	27	5	Тельца	4,3	18,5	откр.	22	24,1	+0,8	+1,7	241
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	покр.	20	54,6	+0,4	+1,3	97
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	откр.	21	49,4	+0,3	+2,1	230
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	покр.	21	1,2	+0,7	+0,8	122
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	откр.	21	41,2	0,0	+2,7	206
	28	264 B	Тельца	4,8	19,5	откр.	22	53,5	+0,8	+1,7	249
	29	α	Тельца	1,1	19,6	покр.	0	34,7	+1,5	+0,6	91
	29	α	Тельца	1,1	19,6	откр.	1	45,9	+1,4	+1,2	238
	30	119	Тельца	4,7	20,6	откр.	0	26,5	+1,6	—0,1	302

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
			m	д		ч м	м	м	°
Октябрь	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	3 39,1	+0,9	+0,9	106
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	4 55,1	+1,3	+0,4	288
	5	Венера	—3,6	25,8	покр.	6 5,6	...	...	180
	5	Венера	—3,6	25,8	откр.	6 40,6	...	...	223
	19	ι Водолея	4,4	10,6	покр.	16 50,8	+2,0	—0,4	130
Ноябрь	1	α Льва	1,3	23,4	покр.	11 40,2	0,0	—1,1	67
	20	ξ² Кита	4,3	12,8	покр.	17 32,6	+1,0	+1,2	87
	21	μ Кита	4,4	13,2	покр.	2 15,8	+0,2	—1,1	78
	23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	19 26,6	+0,4	+2,0	236
		Одесса							
Январь	4	o¹ Рака	5,2	16,5	откр.	19 7,7	+1,0	—1,9	339
	20	Венера	—3,5	2,6	покр.	12 19,9	+2,2	—0,3	103
	20	Венера	—3,5	2,6	откр.	13 27,0	+1,0	+1,2	210
	26	γ Тельца	3,9	9,0	покр.	22 59,1	+0,4	—1,2	84
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,0	покр.	22 22,5	+0,5	—1,4	157
	5	γ Девы	2,9	19,1	откр.	23 20,5	+1,9	+2,0	254
Март	7	γ Весов	4,0	20,6	покр.	23 16,9	...	...	178
	7	γ Весов	4,0	20,6	откр.	23 46,0	...	...	224
	21	α Тельца	1,1	5,0	покр.	19 2,5	+0,8	+0,1	46
	21	α Тельца	1,1	5,0	откр.	19 50,5	0,0	—2,4	304
Апрель	24	ρ Льва	3,8	9,7	покр.	22 45,1	+0,7	—1,5	86
	27	γ Девы	2,9	12,6	покр.	17 30,2	+0,7	—1,2	153
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	18 34,8	+2,0	+1,3	261
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14 34,3	+0,7	—2,2	115
	15	α Тельца	1,1	1,1	откр.	15 28,9	+0,7	—0,2	232
Июнь	1	21 Стрельца	5,0	17,5	откр.	0 21,6	+1,8	—0,1	259
Июль	9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	6 16,0	+1,7	+0,6	88
	9	α Тельца	1,1	26,4	откр.	7 32,1	+1,6	+1,0	242
	15	α Льва	1,3	3,0	покр.	7 17,0	+0,3	+1,4	91
	15	α Льва	1,3	3,0	откр.	8 22,1	+0,8	+0,6	295
Сентябрь	20	ι Козерога	5,3	11,4	покр.	19 38,1	+1,7	—0,5	90
	26	ξ² Кита	4,3	17,4	покр.	19 14,0	+0,3	+1,7	66
	26	ξ² Кита	4,3	17,4	откр.	20 13,5	+0,6	+1,6	250
	27	5 Тельца	4,3	18,5	покр.	21 14,6	+0,8	+1,4	85
	27	5 Тельца	4,3	18,5	откр.	22 17,1	+0,8	+1,9	232
	28	θ¹ Тельца	4,0	19,5	покр.	20 49,9	+0,5	+1,1	105
	28	θ¹ Тельца	4,0	19,5	откр.	21 40,7	+0,2	+2,3	221
	28	θ² Тельца	3,6	19,5	покр.	20 59,6	+1,0	0,0	134
	28	θ² Тельца	3,6	19,5	откр.	21 29,2	—0,4	+3,4	193
	28	264 В Тельца	4,8	19,5	откр.	22 46,5	+0,7	+1,9	240
	29	α Тельца	1,1	19,6	покр.	0 33,3	+1,8	+0,2	103
	29	α Тельца	1,1	19,6	откр.	1 40,2	+1,4	+1,9	225
	30	119 Тельца	4,7	20,6	откр.	0 26,3	+1,5	+0,4	289

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
				m	д		ч	м	м	м	°
Октябрь	5	α	Льва	1,3	25,8	покр.	3	36,8	+1,0	+0,3	119
	5	α	Льва	1,3	25,8	откр.	4	52,8	+1,5	+0,9	275
	19	ι	Водолея	4,4	10,6	покр.	16	55,5	...	...	143
Ноябрь	1	α	Льва	1,3	23,4	покр.	11	44,7	—0,1	—1,1	74
	20	ξ^2	Кита	4,3	12,8	покр.	17	28,2	+1,2	+1,1	94
	21	μ	Кита	4,4	13,2	покр.	2	20,6	+0,1	—1,9	90
	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	19	18,1	+0,3	+2,3	226
Декабрь	1	7	Девы	5,2	23,2	откр.	2	45,9	+0,5	—3,0	352
				Харьков							
Январь	20		Венера	—3,5	2,6	покр.	12	30,0	+2,0	—0,5	102
	20		Венера	—3,5	2,6	откр.	13	35,7	+0,9	+0,8	212
	26	γ	Тельца	3,9	9,0	покр.	22	56,9	+0,3	—1,0	71
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,0	покр.	22	23,4	+0,8	—0,4	139
	5	γ	Девы	2,9	19,0	откр.	23	35,1	+1,7	+0,9	272
	23	318 B	Тельца	5,7	7,5	покр.	21	12,7	+0,8	+0,5	35
Март	7	γ	Весов	4,0	20,6	покр.	23	11,6	+0,3	—0,6	153
	8	γ	Весов	4,0	20,6	откр.	0	7,3	+1,9	+1,8	248
	21	264 B	Тельца	4,8	4,9	покр.	16	7,8	+1,3	—0,1	67
	21	α	Тельца	1,1	5,0	покр.	19	8,8	+0,9	+1,1	26
	21	α	Тельца	1,1	5,0	откр.	19	39,6	—0,3	—3,5	324
Апрель	24	ρ	Льва	3,8	9,7	покр.	22	43,4	+0,5	—1,4	74
	27	γ	Девы	2,9	12,5	покр.	17	32,3	+1,0	—0,4	136
	27	γ	Девы	2,9	12,5	откр.	18	47,8	+1,7	+0,4	278
Май	15	α	Тельца	1,1	1,1	покр.	14	31,4	+0,6	—1,7	101
	15	α	Тельца	1,1	1,1	откр.	15	30,4	+0,5	—0,8	246
Июль	6	ξ^2	Кита	4,3	24,1	откр.	23	30,3	+0,1	+1,5	269
	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	6	26,9	+1,5	+0,5	82
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	7	43,0	+1,5	+0,4	250
	15	α	Льва	1,3	3,0	покр.	7	24,7	+0,4	+1,8	82
	15	α	Льва	1,3	3,0	откр.	8	28,2	+0,9	+0,2	306
Сентябрь	20	υ	Козерога	5,3	11,4	покр.	19	44,6	+1,4	—0,7	89
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	19	22,0	+0,4	+1,7	64
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	откр.	20	23,0	+0,8	+1,6	250
	27	5	Тельца	4,3	18,5	покр.	21	24,0	+0,9	+1,4	84
	27	5	Тельца	4,3	18,5	откр.	22	28,3	+0,9	+1,8	234
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	покр.	20	56,8	+0,6	+1,2	103
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	откр.	21	50,2	+0,3	+2,3	224
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	покр.	21	5,9	+1,1	+0,3	130
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	откр.	21	39,3	—0,2	+3,3	196
	28	264 B	Тельца	4,8	19,5	откр.	22	57,5	+0,9	+1,8	242
	29	α	Тельца	1,1	19,6	покр.	0	43,3	+1,6	+0,2	97
	29	α	Тельца	1,1	19,6	откр.	1	53,2	+1,4	+1,2	233
	30	119	Тельца	4,7	20,6	откр.	0	35,6	+1,6	0,0	295

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
			m	д		ч	м	м	м	°
Октябрь	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	3	44,6	+1,1	+0,7	107
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	5	3,0	+1,5	+0,2	289
	5	Венера	—3,6	25,8	покр.	6	10,8	...	...	173
	5	Венера	—3,6	25,8	откр.	6	58,1	...	...	232
	19	ι Водолея	4,4	10,6	покр.	17	4,1	...	...	139
Ноябрь	1	α Льва	1,3	23,4	покр.	11	40,4	—0,1	—1,0	65
	20	ξ^2 Кита	4,3	12,8	покр.	17	38,5	+1,2	+1,0	93
	23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	19	28,1	+0,5	+2,2	229
Тбилиси										
Январь	4	o^1 Рака	5,2	16,5	откр.	19	26,3	+1,2	—0,2	309
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,0	покр.	22	39,8	+0,7	—2,2	162
	5	γ Девы	2,9	19,0	откр.	23	45,2	+2,7	+1,5	254
Март	7	γ Весов	4,0	20,6	покр.	23	25,4	...	...	174
	8	γ Весов	4,0	20,6	откр.	0	4,7	...	...	231
	21	θ^1 Тельца	4,0	4,8	покр.	15	26,7	+1,9	—3,4	132
	21	264 B Тельца	4,8	4,9	покр.	16	25,1	+1,4	—1,2	94
	21	α Тельца	1,1	5,0	покр.	19	11,8	+0,5	—0,2	53
	21	α Тельца	1,1	5,0	откр.	19	59,6	+0,3	—1,9	299
	22	115 Тельца	5,3	5,9	покр.	16	21,5	+1,7	—1,3	102
Апрель	24	ρ Льва	3,8	9,7	покр.	22	57,5	+0,2	—1,3	86
	27	γ Девы	2,9	12,6	покр.	17	49,4	+1,0	—1,8	154
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	18	43,3	+2,6	+0,5	264
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14	52,0	+0,2	—2,5	126
	15	α Тельца	1,1	1,1	откр.	15	37,8	+0,5	+0,2	225
Июнь	1	21 Стрельца	5,0	17,5	откр.	0	46,3	+1,6	—0,2	246
Июль	6	ξ^2 Кита	4,3	24,1	откр.	23	19,5	+0,2	+1,5	253
	9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	6	44,5	+2,3	—1,4	115
	9	α Тельца	1,1	26,4	откр.	7	48,2	+1,6	+2,0	218
	15	α Льва	1,3	3,0	покр.	7	19,5	+0,7	+0,6	111
	15	α Льва	1,3	3,0	откр.	8	33,3	+1,3	+0,9	279
Сентябрь	20	υ Козерога	5,3	11,4	покр.	20	9,1	+2,0	—1,8	115
	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	покр.	19	13,9	+0,7	+1,4	82
	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	откр.	20	15,4	+0,8	+1,9	229
	27	5 Тельца	4,3	18,5	покр.	21	27,3	+1,7	+0,4	111
	27	5 Тельца	4,3	18,5	откр.	22	16,5	+0,6	+2,9	204
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	покр.	21	1,9	+1,7	—0,7	136
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	откр.	21	28,0	+0,5	+4,2	188
	28	264 B Тельца	4,8	19,5	откр.	22	46,2	+0,7	+2,8	213
	29	α Тельца	1,1	19,6	покр.	1	6,6	...	...	139
	29	α Тельца	1,1	19,6	откр.	1	42,2	...	...	192
	30	119 Тельца	4,7	20,6	откр.	0	46,8	+1,8	+0,9	263

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
			m	д		ч	м	м	м	°
Октябрь	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	3	55,9	+1,5	—0,8	133
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	5	15,6	+2,2	+0,8	266
	18	θ Козерога	4,2	9,5	покр.	14	39,4	+1,8	+0,6	97
Ноябрь	20	ξ^2 Кита	4,3	12,8	покр.	17	48,5	...	...	128
	23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	19	4,4	...	...	189
Декабрь	1	7 Девы	5,2	23,2	откр.	3	8,6	+0,7	—3,1	348
		Саратов								
Январь	6	ρ Льва	3,8	18,5	откр.	19	1,9	+0,3	+0,5	309
	20	Венера	—3,5	2,6	покр.	12	47,8	+1,9	—1,4	110
	20	Венера	—3,5	2,6	откр.	13	43,6	+0,5	+0,9	204
	26	γ Тельца	3,9	9,0	покр.	22	57,6	+0,1	—0,8	61
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,0	покр.	22	32,3	+1,1	—0,1	126
	5	γ Девы	2,9	19,0	откр.	23	51,6	+1,6	—0,1	286
	23	318 B Тельца	5,7	7,5	покр.	21	23,7	...	...	12
Март	7	γ Весов	4,0	20,6	покр.	23	16,9	+0,8	—0,1	137
	8	γ Весов	4,0	20,6	откр.	0	26,7	+1,7	+0,7	263
	21	θ^2 Тельца	3,6	4,8	покр.	15	16,6	+1,4	—2,0	116
	21	264 B Тельца	4,8	4,9	покр.	16	19,4	+1,1	—0,3	62
	22	115 Тельца	5,3	5,9	покр.	16	16,3	+1,4	—0,2	70
Апрель	21	3 Рака	5,8	6,6	покр.	20	15,3	+0,2	—1,6	98
	24	ρ Льва	3,8	9,7	покр.	22	45,6	+0,3	—1,2	66
	27	γ Девы	2,9	12,6	покр.	17	42,6	+1,2	—0,2	122
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	19	3,5	+1,5	—0,5	292
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14	34,1	+0,4	—1,5	92
	15	α Тельца	1,1	1,1	откр.	15	32,1	+0,2	—1,1	257
Июль	6	ξ^2 Кита	4,3	24,1	откр.	23	35,2	+0,4	+1,5	266
	9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	6	42,4	+1,5	+0,1	84
	9	α Тельца	1,1	26,4	откр.	7	57,2	+1,3	—0,1	252
	15	α Льва	1,3	3,0	покр.	7	33,2	+0,7	+1,9	79
	15	α Льва	1,3	3,0	откр.	8	37,8	+1,1	—0,2	312
Сентябрь	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	покр.	19	29,8	+0,7	+1,6	69
	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	откр.	20	33,6	+0,9	+1,5	244
	27	5 Тельца	4,3	18,5	покр.	21	36,0	+1,2	+1,0	90
	27	5 Тельца	4,3	18,5	откр.	22	40,3	+1,0	+1,7	228
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	покр.	21	5,8	+0,9	+0,9	110
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	откр.	21	57,8	+0,5	+2,5	217
	28	θ^2 Тельца	3,6	19,5	покр.	21	19,6	...	...	143
	28	θ^2 Тельца	3,6	19,5	откр.	21	42,0	...	...	183
	28	264 B Тельца	4,8	19,5	откр.	23	9,4	+1,0	+1,7	237
	29	α Тельца	1,1	19,6	покр.	0	59,1	+1,6	—0,4	100
	29	α Тельца	1,1	19,6	откр.	2	8,0	+1,3	+0,7	234
	30	119 Тельца	4,7	20,6	откр.	0	51,3	+1,6	—0,4	292

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
			m	д		ч	м	м	м	°
Октябрь	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	3	57,8	+1,3	+0,7	100
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	5	17,1	+1,4	—0,6	299
	5	Венера	—3,6	25,8	покр.	6	14,6	+1,1	—2,7	153
	5	Венера	—3,6	25,8	откр.	7	25,6	+2,2	—0,1	253
	18	θ Козерога	4,2	9,5	покр.	14	48,2	+1,4	+0,8	84
Ноябрь	12	ξ^2 Стрельца	3,6	4,6	покр.	13	35,4	+1,6	—0,9	110
	20	ξ^2 Кита	4,3	12,8	покр.	17	53,3	+1,5	+0,4	101
	23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	19	37,0	+0,6	+2,4	224

Казань

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
Январь	6	ρ Льва	3,8	18,5	откр.	19	4,0	+0,4	+0,1	323
	20	Венера	—3,5	2,6	покр.	12	47,3	+1,5	—1,2	103
	20	Венера	—3,5	2,6	откр.	13	47,5	+0,5	+0,3	213
	26	γ Тельца	3,9	9,0	покр.	22	55,1	+0,2	—0,6	47
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,0	покр.	22	36,0	+1,1	+0,3	113
	5	γ Девы	2,9	19,0	откр.	23	54,5	+1,3	—0,4	298
Март	7	γ Весов	4,0	20,6	покр.	23	19,8	+0,9	+0,3	126
	8	γ Весов	4,0	20,6	откр.	0	33,4	+1,4	+0,4	273
	21	θ^1 Тельца	4,0	4,8	покр.	15	9,9	+1,1	—0,6	81
	21	θ^2 Тельца	3,6	4,8	покр.	15	13,1	+1,1	—1,3	102
	21	264 B Тельца	4,8	4,9	покр.	16	22,0	+1,0	+0,1	47
	22	115 Тельца	5,3	5,9	покр.	16	19,9	+1,2	+0,2	55
Апрель	21	3 Рака	5,8	6,6	покр.	20	8,8	+0,2	—1,6	89
	24	ρ Льва	3,8	9,7	покр.	22	41,2	+0,3	—1,2	58
	27	γ Девы	2,9	12,6	покр.	17	46,2	+1,3	+0,2	110
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	19	4,6	+1,2	—0,8	303
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14	29,4	+0,4	—1,2	79
	15	α Тельца	1,1	1,1	откр.	15	26,9	+0,1	—1,5	269
Июль	6	ξ^2 Кита	4,3	24,0	покр.	22	48,8	0,0	+1,9	49
	9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	6	46,9	+1,3	+0,3	72
	9	α Тельца	1,1	26,4	откр.	7	58,8	+1,2	—0,7	265
	15	α Льва	1,3	3,0	покр.	7	45,1	+0,8	+2,6	64
	15	α Льва	1,3	3,0	откр.	8	38,1	+0,9	—1,0	328
Сентябрь	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	покр.	19	38,6	+0,6	+1,6	65
	26	ξ^2 Кита	4,3	17,4	откр.	20	42,3	+0,9	+1,3	249
	27	5 Тельца	4,3	18,5	покр.	21	43,7	+1,0	+1,1	84
	27	5 Тельца	4,3	18,5	откр.	22	49,6	+1,0	+1,3	236
	28	γ Тельца	3,9	19,4	откр.	18	18,5	0,0	+1,4	278
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	покр.	21	12,7	+0,8	+1,1	103
	28	θ^1 Тельца	4,0	19,5	откр.	22	9,2	+0,6	+2,1	224
	28	θ^2 Тельца	3,6	19,5	покр.	21	22,4	+1,3	+0,1	131
	28	θ^2 Тельца	3,6	19,5	откр.	21	58,0	+0,1	+3,2	197
	28	264 B Тельца	4,8	19,5	откр.	23	18,9	+1,0	+1,3	245
	29	α Тельца	1,1	19,6	покр.	1	2,3	+1,3	—0,1	88
	29	α Тельца	1,1	19,6	откр.	2	13,1	+1,2	0,0	247
	30	119 Тельца	4,7	20,6	откр.	0	52,8	+1,6	—1,1	306

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
			m	д		ч	м	м	м	°
Октябрь	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	4	5,7	+1,3	+1,2	85
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	5	17,1	+1,1	—1,1	313
	5	Венера	—3,6	25,8	покр.	6	8,4	+1,2	—1,8	138
	5	Венера	—3,6	25,8	откр.	7	28,6	+1,6	—0,9	267
	18	θ Козерога	4,2	9,5	покр.	14	55,1	+1,3	+0,7	81
	19	ι Водолея	4,4	10,6	покр.	17	26,8	...	...	146
	19	ι Водолея	4,4	10,6	откр.	17	43,3	...	...	173
Ноябрь	12	ξ² Стрельца	3,6	4,6	покр.	13	55,7	+1,4	—0,9	106
	20	ξ² Кита	4,3	12,8	покр.	17	59,3	+1,3	+0,5	95
	23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	19	48,2	+0,8	+1,9	231
Декабрь	14	ψ¹ Водолея	4,5	6,9	покр.	13	31,7	...	...	138
		Свердловск								
Январь	6	ρ Льва	3,8	18,5	покр.	18	18,3	+0,2	+2,5	67
	6	ρ Льва	3,8	18,5	откр.	19	9,5	+0,6	—0,1	324
	20	σ Водолея	4,9	2,6	покр.	12	23,7	+0,8	—0,2	54
	20	Венера	—3,5	2,6	покр.	13	2,7	+1,4	—2,0	113
	20	Венера	—3,5	2,6	откр.	13	52,1	+0,2	+0,4	204
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,0	покр.	22	51,1	+1,4	+0,2	101
	6	γ Девы	2,9	19,1	откр.	0	7,6	+1,1	—1,1	310
Март	7	γ Весов	4,0	20,6	покр.	23	32,3	+1,2	+0,1	115
	8	γ Весов	4,0	20,6	откр.	0	49,9	+1,4	—0,4	282
	20	5 Тельца	4,3	3,8	покр.	15	3,3	+0,7	—1,8	101
	21	θ¹ Тельца	4,0	4,8	покр.	15	21,1	+0,9	—0,9	78
	21	θ² Тельца	3,6	4,8	покр.	15	23,4	+0,9	—1,5	98
	21	264 B Тельца	4,8	4,9	покр.	16	32,2	+0,8	+0,1	38
	22	115 Тельца	5,3	5,9	покр.	16	33,0	+1,0	+0,1	47
	26	o¹ Рака	5,2	9,8	покр.	15	1,3	...	...	34
	28	ρ Льва	3,8	11,8	покр.	14	30,6	+0,8	+1,4	95
Апрель	21	3 Рака	5,8	6,6	покр.	20	8,3	0,0	—1,4	80
	27	γ Девы	2,9	12,6	покр.	18	2,3	+1,4	0,0	97
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	19	16,5	+1,0	—1,4	315
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14	31,8	+2,0	—1,1	70
	15	α Тельца	1,1	1,1	откр.	15	25,0	—0,1	—1,6	278
Июль	9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	7	1,1	+1,1	—0,2	72
	9	α Тельца	1,1	26,4	откр.	8	10,0	+0,9	—1,2	268
	15	α Льва	1,3	3,0	покр.	7	59,3	+1,2	+2,9	58
	15	α Льва	1,3	3,0	откр.	8	47,4	+0,9	—1,9	337
	17	Сатурн	1,4	4,9	откр.	6	5,2	0,0	+2,1	258

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
				m	д		ч	м	м	м	°
Сентябрь	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	19	49,2	+0,9	+1,3	73
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	откр.	20	54,6	+1,0	+1,1	241
	27	5	Тельца	4,3	18,5	покр.	21	58,1	+1,2	+0,5	92
	27	5	Тельца	4,3	18,5	откр.	23	2,6	+1,0	+1,1	229
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	покр.	17	29,1	—0,2	+1,7	57
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	откр.	18	20,9	+0,2	+1,5	273
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	покр.	21	25,6	+1,2	+0,5	112
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	откр.	22	19,1	+0,7	+2,2	216
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	покр.	21	41,9	...	...	147
	28	θ^2	Тельца	3,6	19,5	откр.	22	1,3	...	...	181
	28	264 B	Тельца	4,8	19,5	откр.	23	32,7	+1,1	+1,1	240
	29	α	Тельца	1,1	19,6	покр.	1	16,9	+1,2	—0,6	89
	29	α	Тельца	1,1	19,6	откр.	2	25,7	+1,0	—0,5	250
Октябрь	2	ζ	Рака	5,1	23,5	откр.	21	12,0	0,0	+1,4	278
	5	α	Льва	1,3	25,8	покр.	4	23,9	+1,6	+1,0	75
	5	α	Льва	1,3	25,8	откр.	5	27,8	+0,9	—1,9	326
	5		Венера	—3,6	25,9	покр.	6	20,7	+1,2	—1,7	125
	5		Венера	—3,6	25,9	откр.	7	43,1	+1,1	—1,7	280
	18	θ	Козерога	4,2	9,5	покр.	15	10,7	+1,3	+0,1	85
Ноябрь	20	ξ^2	Кита	4,3	12,9	покр.	18	15,7	+1,5	—0,4	104
	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	20	0,0	+0,9	+1,9	228
				Душанбе							
Январь	6	ρ	Льва	3,8	18,5	покр.	17	57,8	+0,6	—0,1	129
	6	ρ	Льва	3,8	18,5	откр.	19	3,0	+1,1	+1,7	262
	20	σ	Водолея	4,9	2,6	покр.	12	47,8	+1,8	—2,0	111
	23	89	Рыб	5,3	5,6	покр.	13	4,1	+0,7	+3,1	13
Февраль	4		Сатурн	1,0	17,9	покр.	18	58,0	...	...	35
	4		Сатурн	1,0	17,9	откр.	19	14,1	...	...	12
	5	γ	Девы	2,9	19,1	покр.	23	16,3	+1,7	—1,6	133
	6	γ	Девы	2,9	19,1	откр.	0	43,7	+2,0	—1,3	286
	10	24	Скорпиона	5,0	24,0	откр.	23	0,6	+1,6	+2,7	238
Март	7	γ	Весов	4,0	20,6	покр.	23	54,7	+1,7	—1,5	140
	8	γ	Весов	4,0	20,6	откр.	1	13,1	+2,3	—0,3	259
	21	θ^1	Тельца	4,0	4,9	покр.	16	3,3	+0,3	—3,8	140
	21	264 B	Тельца	4,8	4,9	покр.	16	49,7	+0,4	—1,3	92
	22	115	Тельца	5,3	5,9	покр.	16	55,1	+0,8	—1,5	98
	26	o^1	Рака	5,2	9,8	покр.	14	43,9	+2,1	—0,1	106
	28	ρ	Льва	3,8	11,8	покр.	14	39,4	+1,2	—2,5	159
Апрель	27	γ	Девы	2,9	12,6	покр.	18	30,2	+1,8	—1,6	125
	27	γ	Девы	2,9	12,6	откр.	19	56,8	+1,6	—1,7	292
Май	2	24	Скорпиона	5,0	17,6	откр.	18	37,9	+0,2	—1,8	340
	6	π	Козерога	5,2	21,7	откр.	21	47,7	+1,5	+1,8	240
	6	ρ	Козерога	5,0	21,7	откр.	22	26,2	...	...	332
	15	α	Тельца	1,1	1,1	покр.	14	55,8	—0,3	—1,6	113

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
				m	д		ч	м	м	м	°
Июль	6	ξ²	Кита	4,3	24,0	покр.	22	24,4	+0,6	+1,3	86
	6	ξ²	Кита	4,3	24,0	откр.	23	25,0	+0,7	+2,1	226
	8	γ	Тельца	3,9	26,0	откр.	23	23,7	+0,2	+1,6	250
	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	7	41,3	+1,2	—4,4	141
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	8	19,6	+1,6	+2,6	204
	15	α	Льва	1,3	3,0	покр.	7	49,6	+1,7	—0,4	120
	15	α	Льва	1,3	3,1	откр.	9	16,2	+2,2	—0,2	282
Август	7		Венера	—4,1	25,7	покр.	0	17,1	+0,2	+2,9	41
	7		Венера	—4,1	25,7	откр.	1	16,4	+1,8	0,0	297
	22	ξ¹	Стрельца	5,1	11,8	покр.	14	34,5	...	...	176
	22	ξ¹	Стрельца	5,1	11,8	откр.	14	43,6	...	...	189
Сентябрь	26	ξ²	Кита	4,3	17,4	покр.	19	53,3	...	...	132
	26	ξ²	Кита	4,3	17,4	откр.	20	20,4	...	...	175
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	откр.	17	52,7	0,0	+1,8	236
Октябрь	5	α	Льва	1,3	25,8	покр.	4	41,9	+1,9	—1,4	122
	5	α	Льва	1,3	25,8	откр.	6	9,6	+1,8	—1,4	288
	5		Венера	—3,6	25,9	покр.	7	17,9	+0,5	—3,7	159
	5		Венера	—3,6	25,9	откр.	8	20,1	+1,6	—0,8	252
	18	θ	Козерога	4,2	9,5	покр.	15	37,4	...	...	128
	31	ψ	Льва	5,6	22,8	откр.	21	54,0	+0,8	+0,2	301
Ноябрь	12	ξ¹	Стрельца	5,1	4,7	покр.	14	16,8	+0,6	+0,3	44
			Ташкент								
Январь	6	ρ	Льва	3,8	18,5	покр.	17	58,5	+0,5	+0,4	119
	6	ρ	Льва	3,8	18,5	откр.	19	7,6	+1,0	+1,3	273
	20	σ	Водолея	4,9	2,6	покр.	12	43,9	+1,5	—1,5	102
	23	89	Рыб	5,3	5,6	покр.	13	14,3	...	...	0
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,1	покр.	23	13,2	+1,8	—1,3	125
	6	γ	Девы	2,9	19,1	откр.	0	40,8	+1,8	—1,5	292
	10	24	Скорпиона	5,0	24,0	откр.	23	7,8	+1,4	+2,0	249
Март	7	γ	Весов	4,0	20,6	покр.	23	51,9	+1,7	—1,2	133
	8	γ	Весов	4,0	20,6	откр.	1	13,1	+2,1	—0,5	265
	21	75	Тельца	5,3	4,9	покр.	16	1,5	+1,2	+1,6	29
	21	θ¹	Тельца	4,0	4,9	покр.	15	54,7	+0,6	—2,7	126
	21	264 B	Тельца	4,8	4,9	покр.	16	46,8	+0,5	—1,1	83
	22	115	Тельца	5,3	5,9	покр.	16	51,8	+0,8	—1,2	90
	28	ρ	Льва	3,8	11,8	покр.	14	34,8	+1,2	—1,3	145
Апрель	27	γ	Девы	2,9	12,6	покр.	18	27,2	+1,8	—1,3	118
	27	γ	Девы	2,9	12,6	откр.	19	52,9	+1,5	—1,8	298
Май	2	24	Скорпиона	5,0	17,6	откр.	18	31,2	...	...	356
	6	π	Козерога	5,2	21,7	откр.	21	53,2	+1,4	+1,6	246
	15	α	Тельца	1,1	1,1	покр.	14	51,5	—0,3	—1,4	104

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	*T*		*a*	*b*	*P*
				m	д		ч	м	м	м	°
Июль	6	ξ^2	Кита	4,3	24,0	покр.	22	28,6	+0,6	+1,5	81
	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	7	32,3	+1,3	—2,8	125
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	8	24,8	+1,3	+1,0	219
	15	α	Льва	1,3	3,0	покр.	7	50,1	+1,7	+0,1	110
	15	α	Льва	1,3	3,1	откр.	9	16,2	+2,0	—0,6	291
Август	7		Венера	—4,1	25,7	покр.	0	25,8	+0,1	+3,4	32
	7		Венера	—4,1	25,7	откр.	1	16,8	+1,9	—0,5	306
	22	ξ^1	Стрельца	5,1	11,8	покр.	14	23,9	...	...	156
Сентябрь	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	19	51,0	+2,5	—0,7	120
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	откр.	20	32,4	+0,3	+3,6	188
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	откр.	17	57,6	+0,1	+1,7	241
Октябрь	2	ζ	Рака	5,1	23,4	откр.	20	44,1	—0,4	+2,3	232
	5	α	Льва	1,3	25,8	покр.	4	39,5	+2,0	—1,0	114
	5	α	Льва	1,3	25,8	откр.	6	6,3	+1,6	—1,6	295
	5		Венера	—3,6	25,9	покр.	7	8,7	+0,7	—3,2	150
	5		Венера	—3,6	25,9	откр.	8	18,0	+1,4	—1,2	260
	18	θ	Козерога	4,2	9,5	покр.	15	33,7	+2,6	—1,6	120
Ноябрь	12	ξ^1	Стрельца	5,1	4,7	покр.	14	18,1	+0,3	+0,5	36
			Новосибирск								
Январь	6	ρ	Льва	3,8	18,5	покр.	18	25,4	+0,9	+2,2	75
	6	ρ	Льва	3,8	18,5	откр.	19	27,0	+0,9	—0,6	322
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,1	покр.	23	25,7	+1,6	—0,6	83
	6	γ	Девы	2,9	19,1	откр.	0	31,6	+0,8	—2,1	327
	10	24	Скорпиона	5,0	24,0	откр.	23	39,0	+1,0	+0,6	294
Март	8	γ	Весов	4,0	20,6	покр.	0	2,5	+1,4	—0,8	103
	20	5	Тельца	4,3	3,8	покр.	15	16,5	+0,2	—1,8	102
	21	71	Тельца	4,6	4,8	покр.	14	48,0	...	...	147
	21	θ^1	Тельца	4,0	4,8	покр.	15	38,3	+0,5	—1,2	76
	21	θ^2	Тельца	3,6	4,8	покр.	15	40,0	+0,4	—1,7	96
	21	264 B	Тельца	4,8	4,9	покр.	16	46,0	+0,5	+0,3	29
	22	115	Тельца	5,3	5,9	покр.	16	52,4	+0,7	+0,1	37
	28	ρ	Льва	3,8	11,8	покр.	14	52,3	+1,4	+0,8	94
Апрель	27	γ	Девы	2,9	12,6	покр.	18	37,6	+1,5	—0,8	78
	27	γ	Девы	2,9	12,6	откр.	19	38,2	+0,6	—0,6	331
Май	15	α	Тельца	1,1	1,1	покр.	14	34,4	—0,1	—0,8	61
Июль	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	7	24,3	+0,8	—1,0	75
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	8	27,4	+0,4	—1,5	270
	15	α	Льва	1,3	3,1	покр.	8	30,8	...	...	49
	15	α	Льва	1,3	3,1	откр.	9	8,8	...	...	352
	17		Сатурн	1,4	4,9	покр.	5	15,7	+0,3	—0,2	147
	17		Сатурн	1,4	4,9	откр.	6	7,8	+0,6	+2,5	251
	25	21	Стрельца	5,0	13,3	покр.	15	11,6	+1,2	+0,7	95

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
			m	д		ч	м	м	м	°
Август	22	ξ¹ Стрельца	5,1	11,8	покр.	14	35,7	+1,3	0,0	121
Сентябрь	26	ξ² Кита	4,3	17,4	покр.	20	14,2	+1,5	0,0	97
	26	ξ² Кита	4,3	17,4	откр.	21	14,0	+0,9	+1,2	217
	27	5 Тельца	4,3	18,5	покр.	22	30,9	+1,5	−1,6	115
	27	5 Тельца	4,3	18,5	откр.	23	22,3	+0,9	+1,3	210
	28	γ Тельца	3,9	19,3	покр.	17	25,8	+0,2	+1,7	73
	28	γ Тельца	3,9	19,3	откр.	18	25,6	+0,5	+1,7	254
	28	θ¹ Тельца	4,0	19,5	покр.	22	5,5	...	...	148
	28	θ¹ Тельца	4,0	19,5	откр.	22	27,4	...	...	183
	29	α Тельца	1,1	19,6	покр.	1	42,1	+0,8	−1,4	94
	29	α Тельца	1,1	19,6	откр.	2	45,1	+0,6	−0,9	250
Октябрь	2	ζ Рака	5,1	23,5	откр.	21	12,8	+0,4	+1,8	260
	5	α Льва	1,3	25,8	покр.	5	2,8	+2,0	+0,6	57
	5	α Льва	1,3	25,8	откр.	5	46,3	+0,2	−3,3	347
	5	Венера	−3,6	25,9	покр.	6	47,8	+0,9	−2,0	109
	5	Венера	−3,6	25,9	откр.	8	3,5	+0,4	−2,2	294
	18	θ Козерога	4,2	9,5	покр.	15	41,5	+1,3	−1,2	104
Ноябрь	20	ξ² Кита	4,3	12,9	покр.	18	56,7	...	...	140
	23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	20	19,2	+1,2	+2,4	210
Декабрь	12	ι Козерога	4,3	4,8	покр.	10	30,3	+1,3	+0,1	77
		Томск								
Январь	6	ρ Льва	3,8	18,5	покр.	18	30,5	+0,9	+2,4	69
	6	ρ Льва	3,8	18,5	откр.	19	27,8	+0,9	−0,9	328
	30	74 Близнецов	5,2	12,6	покр.	13	56,7	+0,9	+0,9	109
Февраль	5	γ Девы	2,9	19,1	покр.	23	28,0	+1,6	−0,6	79
	6	γ Девы	2,9	19,1	откр.	0	30,0	+0,7	−2,1	330
	10	24 Скорпиона	5,0	24,1	откр.	23	41,7	+0,9	+0,5	298
	26	74 Близнецов	5,2	10,5	покр.	21	38,5	+0,2	−1,1	61
Март	8	γ Весов	4,0	20,6	покр.	0	4,1	+1,3	−0,8	101
	20	5 Тельца	4,3	3,8	покр.	15	14,3	+0,2	−1,7	97
	21	71 Тельца	4,6	4,8	покр.	14	43,0	+0,4	−3,5	138
	21	θ¹ Тельца	4,0	4,8	покр.	15	37,6	+0,4	−1,1	71
	21	θ² Тельца	3,6	4,8	покр.	15	38,3	+0,3	−1,6	91
	21	264 B Тельца	4,8	4,9	покр.	16	47,9	+0,6	+0,9	20
	21	81 Тельца	5,5	4,9	покр.	16	52,7	...	...	165
	21	81 Тельца	5,5	4,9	откр.	17	1,4	...	...	183
	22	115 Тельца	5,3	5,9	покр.	16	54,2	+0,8	+0,5	29
	28	ρ Льва	3,8	11,8	покр.	14	56,3	+1,4	+0,9	88
Апрель	27	γ Девы	2,9	12,6	покр.	18	39,4	+1,5	−0,8	74
	27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	19	36,1	+0,5	−2,3	334
Май	15	α Тельца	1,1	1,1	покр.	14	33,1	−0,1	−0,7	56
	31	15 Стрельца	5,4	17,3	покр.	19	2,6	...	...	173
	31	15 Стрельца	5,4	17,3	откр.	19	17,1	...	...	195

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
				m	д		ч	м	м	м	°
Июль	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	7	24,5	+0,7	−0,9	70
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	8	25,9	+0,3	−1,7	275
	15	α	Льва	1,3	3,1	покр.	8	41,2	...	...	36
	15	α	Льва	1,3	3,1	откр.	9	2,2	...	...	5
	17		Сатурн	1,4	4,9	покр.	5	16,3	+0,3	+0,1	142
	17		Сатурн	1,4	4,9	откр.	6	12,5	+0,7	+2,2	257
Июль	25	21	Стрельца	5,0	13,3	покр.	15	15,0	+1,2	+0,6	93
Август	22	ξ^1	Стрельца	5,1	11,8	покр.	14	38,3	+1,3	0,0	119
Сентябрь	1	89	Тельца	5,8	22,0	откр.	18	34,7	−0,4	+2,5	203
	7	α	Льва	1,3	28,1	откр.	22	28,1	+0,3	−1,2	346
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	20	16,9	+1,4	−0,1	95
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,5	откр.	21	17,3	+0,9	+1,0	220
	27	5	Тельца	4,3	18,5	покр.	22	31,7	+1,4	−1,4	111
	27	5	Тельца	4,3	18,5	откр.	23	25,7	+0,9	+0,9	215
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	покр.	17	28,8	+0,3	+1,7	72
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	откр.	18	29,0	+0,6	+1,6	255
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	покр.	22	4,5	...	...	140
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	откр.	22	35,3	...	...	191
	29	α	Тельца	1,1	19,6	покр.	1	41,7	+0,8	−1,3	89
	29	α	Тельца	1,1	19,6	откр.	2	44,7	+0,5	−1,1	255
Октябрь	2	ζ	Рака	5,1	23,5	откр.	21	16,1	+0,4	+1,8	263
	5	α	Льва	1,3	25,8	покр.	5	8,3	...	...	48
	5	α	Льва	1,3	25,8	откр.	5	41,3	...	...	356
	5		Венера	−3,6	25,9	покр.	6	46,7	+0,8	−1,9	105
	5		Венера	−3,6	25,9	откр.	8	1,1	+0,3	−2,2	297
	18	6	Козерога	4,2	9,5	покр.	15	42,3	+1,2	−1,3	103
Ноябрь	20	ξ^2	Кита	4,3	12,9	покр.	18	54,0	+1,5	−3,6	132
	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	20	24,5	+1,2	+1,8	216
Декабрь	12	ι	Козерога	4,3	4,8	покр.	10	33,0	+1,3	0,0	76
			Енисейск								
Январь	6	ρ	Льва	3,8	18,5	покр.	18	43,1	+1,2	+2,8	59
	6	ρ	Льва	3,8	18,5	откр.	19	31,3	+0,8	−1,7	339
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,1	покр.	23	37,4	+1,4	−0,8	69
	6	γ	Девы	2,9	19,1	откр.	0	29,8	+0,5	−2,3	338
	10	24	Скорпиона	5,0	24,1	откр.	23	49,1	+0,9	+0,2	306
	18	27	Рыб	5,1	2,1	покр.	11	14,7	+0,5	−0,2	43
	24	130	Тельца	5,5	8,4	покр.	19	16,6	...	...	164
	26	74	Близнецов	5,2	10,5	покр.	21	37,5	+0,1	−1,0	52
Март	20	5	Тельца	4,3	3,8	покр.	15	12,0	+0,1	−1,5	89
	21	71	Тельца	4,6	4,8	покр.	14	39,5	+0,3	−2,7	126
	21	θ^1	Тельца	4,0	4,8	покр.	15	38,2	+0,3	−1,0	62
	21	θ^2	Тельца	3,6	4,8	покр.	15	37,4	+0,2	−1,4	83
	28	ρ	Льва	3,8	11,8	покр.	15	8,5	+1,5	+0,9	78

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
				m	д		ч	м	м	м	°
Апрель	27	γ	Девы	2,9	12,6	покр.	18	47,5	+1,3	—1,0	65
	27	γ	Девы	2,9	12,6	откр.	19	35,0	+0,4	—2,4	341
Июль	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	7	27,5	+0,6	—0,8	62
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	8	24,3	+0,2	—1,9	284
	17		Сатурн	1,4	4,9	покр.	5	19,4	+0,4	+0,4	135
	17		Сатурн	1,4	4,9	откр.	6	21,8	+0,8	+1,8	266
	25	21	Стрельца	5,0	13,3	покр.	15	24,8	+1,2	+0,3	89
Август	22	ξ^1	Стрельца	5,1	11,8	покр.	14	47,2	+1,3	—0,3	117
Сентябрь	7	α	Льва	1,3	28,1	покр.	22	6,0	—0,7	+4,1	35
	7	α	Льва	1,3	28,1	откр.	22	28,3	...	...	349
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,4	покр.	20	25,9	+1,3	—0,4	96
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,5	откр.	21	25,0	+0,8	+0,7	220
	27	5	Тельца	4,3	18,5	покр.	22	37,9	+1,1	—1,5	108
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	покр.	17	34,5	+0,4	+1,7	75
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	откр.	18	36,6	+0,7	+1,6	253
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	покр.	23	11,5	+1,6	—2,7	136
	28	θ^1	Тельца	4,0	19,5	откр.	22	47,4	+0,8	+2,8	198
	29	α	Тельца	1,1	19,6	покр.	1	44,1	+0,6	—1,3	82
	29	α	Тельца	1,1	19,6	откр.	2	45,3	+0,3	—1,4	263
	30	71	Ориона	5,2	21,3	откр.	17	53,0	+0,8	0,0	328
Октябрь	2	ζ	Рака	5,1	23,5	откр.	21	23,1	+0,6	+1,7	265
	5		Венера	—3,6	25,9	покр.	6	48,5	+0,7	—1,9	97
	5		Венера	—3,6	25,9	откр.	7	58,5	+0,2	—2,3	304
	29	81	Близнецов	5,0	20,6	откр.	16	23,4	—0,2	+1,5	268
Ноябрь	20	ξ^2	Кита	4,3	12,9	покр.	18	56,9	+1,1	—3,0	127
	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	20	35,3	+1,1	+0,9	224
Декабрь	12	ι	Козерога	4,3	4,8	покр.	10	41,5	+1,2	—0,3	79
			Иркутск								
Январь	6	ρ	Льва	3,8	18,5	покр.	18	46,5	+1,6	+1,6	76
	6	ρ	Льва	3,8	18,5	откр.	19	52,9	+1,1	—1,7	327
	30	74	Близнецов	5,2	12,7	покр.	14	18,8	+1,5	—0,7	130
Февраль	5	γ	Девы	2,9	19,1	покр.	23	59,7	+1,2	—1,1	68
	18	27	Рыб	5,1	2,1	покр.	11	23,7	+0,5	—0,8	68
Март	21	γ	Тельца	3,9	4,7	покр.	11	31,7	+1,2	—0,7	83
	21	71	Тельца	4,6	4,8	покр.	14	58,5	—0,3	—3,4	142
	21	θ^1	Тельца	4,0	4,8	покр.	15	46,5	0,0	—1,0	71
	21	θ^2	Тельца	3,6	4,8	покр.	15	47,2	—0,1	—1,4	91
	28	ρ	Льва	3,8	11,8	покр.	15	25,8	+1,8	0,0	85

Дата 1980	Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
		m	д		ч м	м	м	°
Апрель 27	γ Девы	2,9	12,6	покр.	19 8,4	+1,0	−1,1	65
27	γ Девы	2,9	12,6	откр.	19 54,6	+0,3	−2,6	339
Июнь 19	σ Льва	4,1	6,7	покр.	14 34,7	+1,0	−1,1	62
Июль 9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	7 39,2	+0,3	−1,1	73
9	α Тельца	1,1	26,4	откр.	8 35,3	−0,1	−1,5	275
16	Юпитер	−1,3	3,8	откр.	2 1,6	0,0	+1,5	272
17	Сатурн	1,4	4,9	покр.	5 27,2	+0,6	−1,0	154
17	Сатурн	1,4	4,9	откр.	6 23,1	+1,5	+2,3	251
25	21 Стрельца	5,0	13,3	покр.	15 41,3	+1,5	−0,3	94
Август 7	Венера	−4,1	25,7	покр.	1 31,4	...	...	24
7	Венера	−4,1	25,7	откр.	2 11,9	...	...	326
22	ξ^1 Стрельца	5,1	11,8	покр.	15 9,3	+1,6	−1,3	128
Сентябрь 7	α Льва	1,3	28,1	покр.	21 44,4	−0,2	+2,1	69
7	α Льва	1,3	28,1	откр.	22 34,5	+0,4	+0,2	316
26	ξ^2 Кита	4,3	17,5	покр.	20 53,9	...	...	132
26	ξ^2 Кита	4,3	17,5	откр.	21 25,0	...	...	186
28	γ Тельца	3,9	19,3	покр.	17 31,1	+0,9	+1,2	95
28	γ Тельца	3,9	19,3	откр.	18 34,8	+0,8	+2,0	230
29	α Тельца	1,1	19,7	покр.	1 58,7	+0,3	−1,5	93
29	α Тельца	1,1	19,7	откр.	2 55,8	+0,1	−1,1	254
30	71 Ориона	5,2	21,3	откр.	17 57,6	+0,7	+0,9	297
Октябрь 2	ζ Рака	5,1	23,5	откр.	21 19,5	+0,8	+2,4	241
5	Венера	−3,6	25,9	покр.	7 7,1	+0,4	−1,9	96
5	Венера	−3,6	25,9	откр.	8 12,2	−0,1	−2,1	303
29	81 Близнецов	5,0	20,6	откр.	16 11,2	−0,2	+1,9	248
Ноябрь 23	119 Тельца	4,7	15,9	откр.	20 38,8	...	...	195
Декабрь 12	ι Козерога	4,3	4,9	покр.	11 1,5	+1,4	−1,2	99

Чита

Дата 1980	Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
Январь 6	ρ Льва	3,8	18,5	покр.	19 2,6	+2,0	+1,5	69
6	ρ Льва	3,8	18,5	откр.	20 2,6	+0,9	−2,5	336
23	89 Рыб	5,3	5,7	покр.	14 5,5	...	...	349
23	89 Рыб	5,3	5,7	откр.	14 14,8	...	...	331
30	74 Близнецов	5,2	12,7	покр.	14 32,8	+1,5	−1,3	131
Февраль 21	μ Кита	4,4	5,0	покр.	10 24,5	+1,2	+0,3	60

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	*T*		*a*	*b*	*P*
				m	д		ч	м	м	м	°
Март	21	γ	Тельца	3,9	4,7	покр.	11	42,3	+1,0	−1,0	83
	21	71	Тельца	4,6	4,8	покр.	14	56,6	−0,3	−2,7	134
	28	ρ	Льва	3,8	11,8	покр.	15	43,0	+1,9	−0,1	75
Апрель	18	α	Тельца	1,1	2,9	покр.	2	42,0	...	...	6
	18	α	Тельца	1,1	2,9	откр.	3	3,9	...	...	324
	27	γ	Девы	2,9	12,6	покр.	19	16,2	+0,6	−1,1	60
Июнь	19	σ	Льва	4,1	6,7	покр.	14	42,9	+0,7	−0,9	54
	29	56	Стрельца	5,1	16,8	откр.	17	20,6	+1,5	+0,1	276
Июль	9	α	Тельца	1,1	26,4	покр.	7	41,7	+0,2	−0,9	68
	9	α	Тельца	1,1	26,4	откр.	8	34,2	−0,3	−1,5	281
	16		Юпитер	−1,3	3,7	покр.	1	3,6	0,0	+0,7	121
	16		Юпитер	−1,3	3,7	откр.	2	1,7	+0,2	+1,7	268
	17		Сатурн	1,4	4,9	покр.	5	33,9	+0,8	−0,9	150
	17		Сатурн	1,4	4,9	откр.	6	37,3	+1,7	+1,5	258
	25	21	Стрельца	5,0	12,3	покр.	15	55,0	+1,4	−0,7	96
Август	7		Венера	−4,1	25,7	покр.	1	43,2	...	...	29
	7		Венера	−4,1	25,7	откр.	2	27,9	...	...	325
	22	ξ^1	Стрельца	5,1	11,8	покр.	15	24,7	+1,7	−2,0	135
Сентябрь	1	α	Тельца	1,1	21,9	покр.	17	28,3	...	...	349
	1	α	Тельца	1,1	21,9	откр.	17	33,5	...	...	339
	7	α	Льва	1,3	28,1	покр.	21	43,1	0,0	+2,0	74
	7	α	Льва	1,3	28,1	откр.	22	38,6	+0,5	+0,3	311
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,5	покр.	21	12,5	...	...	147
	26	ξ^2	Кита	4,3	17,5	откр.	21	26,9	...	...	173
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	покр.	17	42,9	+1,3	+0,7	105
	28	γ	Тельца	3,9	19,3	откр.	18	41,9	+0,9	+2,1	221
	29	α	Тельца	1,1	19,7	покр.	2	1,1	+0,1	−1,4	89
	29	α	Тельца	1,1	19,7	откр.	2	56,3	−0,1	−1,1	260
	30	71	Ориона	5,2	21,3	откр.	18	4,1	+0,8	+1,0	288
Октябрь	2	ζ	Рака	5,1	23,5	откр.	21	27,8	+1,1	+2,5	237
	5		Венера	−3,6	25,9	покр.	7	10,1	+0,2	−1,8	91
	5		Венера	−3,6	25,9	откр.	8	10,7	−0,3	−2,0	307
	29	81	Близнецов	5,0	20,6	откр.	16	9,7	−0,1	+2,2	240
Ноябрь	23	119	Тельца	4,7	15,9	откр.	20	52,3	...	...	201
	24	71	Ориона	5,2	16,6	откр.	12	0,6	−0,4	+2,1	222
Декабрь	12	ι	Козерога	4,3	4,9	покр.	11	14,5	+1,3	−1,9	111

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T	a	b	P
		Благовещенск							
			m	д		ч м	м	м	°
Январь	6	ρ Льва	3,8	18,5	покр.	19 31,9	...	...	57
	6	ρ Льва	3,8	18,5	откр.	20 17,0	+0,3	—3,7	351
	30	74 Близнецов	5,2	12,7	покр.	14 56,9	+1,4	—2,1	134
Февраль	21	μ Кита	4,4	5,0	покр.	10 41,7	+1,1	—0,5	72
	23	α Тельца	1,1	7,1	покр.	11 17,7	...	...	11
	23	α Тельца	1,1	7,1	откр.	11 45,5	...	...	329
Март	21	γ Тельца	3,9	4,7	покр.	11 56,2	+0,7	—1,2	84
	28	ρ Льва	3,8	11,9	покр.	16 10,3	+1,9	—0,2	60
	31	γ Девы	2,9	14,7	покр.	10 49,3	+0,3	—0,1	142
	31	γ Девы	2,9	14,7	откр.	11 48,6	+0,9	+1,8	263
Апрель	18	α Тельца	1,1	2,9	покр.	2 34,1	+0,2	+2,6	33
	18	α Тельца	1,1	2,9	откр.	3 23,0	+1,4	+0,4	296
Май	4	21 Стрельца	5,0	19,5	откр.	17 45,4	+1,9	+2,0	218
	16	115 Тельца	5,3	2,0	покр.	11 34,3	—0,2	—1,8	116
Июль	9	α Тельца	1,1	26,4	покр.	7 43,9	—0,1	—0,7	63
	16	Юпитер	—1,3	3,7	покр.	1 4,4	+0,3	+0,3	132
	16	Юпитер	—1,3	3,7	откр.	2 3,0	+0,5	+2,0	259
	17	Сатурн	1,4	4,9	покр.	5 48,8	+1,1	—1,1	144
	17	Сатурн	1,4	4,9	откр.	7 1,7	+2,0	+0,3	268
	25	21 Стрельца	5,0	13,4	покр.	16 15,8	+1,3	—1,4	105
Август	7	Венера	—4,1	25,8	покр.	2 2,4	+1,8	+2,1	37
	7	Венера	—4,1	25,8	откр.	2 51,4	+0,9	—3,8	323
Сентябрь	1	264 В Тельца	4,8	21,8	откр.	15 19,9	+0,5	+0,2	318
	1	α Тельца	1,1	21,9	покр.	17 12,8	0,0	+2,8	26
	1	α Тельца	1,1	21,9	откр.	17 56,6	+1,3	+0,4	301
	7	α Льва	1,3	28,1	покр.	21 42,8	+0,4	+1,7	85
	7	α Льва	1,3	28,1	откр.	22 47,8	+0,9	+0,3	303
	18	21 Стрельца	5,0	9,0	покр.	9 57,1	+1,7	+0,2	81
	28	γ Тельца	3,9	19,4	покр.	18 6,1	+2,1	—1,2	128
	28	γ Тельца	3,9	19,4	откр.	18 49,2	+0,8	+3,3	199
	29	α Тельца	1,1	19,7	покр.	2 3,6	—0,1	—1,2	84
	30	71 Ориона	5,2	21,3	откр.	18 15,6	+1,1	+1,1	272
Октябрь	5	Венера	—3,6	25,9	покр.	7 13,1	—0,2	—1,5	87
	29	81 Близнецов	5,0	20,6	откр.	16 5,0	0,0	+3,1	221
Ноябрь	23	119 Тельца	4,7	16,0	откр.	21 7,8	+1,2	+1,3	207
	24	71 Ориона	5,2	16,6	откр.	11 49,4	—0,6	+3,2	201
Декабрь	20	α Тельца	1,1	12,7	откр.	7 47,3	—0,2	+1,6	246

Дата 1980		Название звезды	Звездная величина	Возраст Луны	Явление	*T*		*a*	*b*	*P*
Владивосток										
			m	д		ч	м	м	м	°
Январь	6	ρ Льва	3,8	18,5	покр.	19	37,7	+2,5	+0,1	76
	6	ρ Льва	3,8	18,5	откр.	20	42,8	+0,7	−3,0	335
	30	74 Близнецов	5,2	12,7	покр.	15	26,8	...	...	164
Февраль	21	μ Кита	4,4	5,0	покр.	10	53,8	+1,3	−1,5	97
	23	α Тельца	1,1	7,1	покр.	11	7,3	+1,7	+1,2	49
	23	α Тельца	1,1	7,1	откр.	12	14,5	+1,3	−2,1	293
Март	21	γ Тельца	3,9	4,7	покр.	12	9,5	+0,5	−1,8	104
	28	ρ Льва	3,8	11,9	покр.	16	21,8	+1,7	−0,7	73
	31	γ Девы	2,9	14,7	покр.	10	58,1	+0,1	−2,7	172
	31	γ Девы	2,9	14,7	откр.	11	35,4	+1,6	+3,9	235
Апрель	18	α Тельца	1,1	2,9	покр.	2	19,1	+0,5	+2,0	55
	18	α Тельца	1,1	2,9	откр.	3	23,8	+1,4	+1,0	271
Май	4	21 Стрельца	5,0	19,5	покр.	17	20,6	...	...	176
	4	21 Стрельца	5,0	19,5	откр.	17	32,8	...	...	193
Июнь	29	56 Стрельца	5,1	16,8	откр.	17	52,3	+1,6	−0,3	253
Июль	16	Юпитер	−1,3	3,7	покр.	1	10,8	+0,6	−2,3	165
	16	Юпитер	−1,3	3,7	откр.	1	45,2	+0,5	+4,4	226
	17	Сатурн	1,4	5,0	покр.	6	7,1	+0,8	−2,9	165
	17	Сатурн	1,4	5,0	откр.	7	7,8	+2,9	+1,0	251
	22	γ Весов	4,0	10,2	покр.	11	2,9	+1,8	−1,0	123
	25	21 Стрельца	5,0	13,4	покр.	16	33,7	+1,5	−2,0	123
Август	7	Венера	−4,1	25,8	покр.	2	3,0	+1,9	+0,3	64
	7	Венера	−4,1	25,8	откр.	3	16,6	+1,0	−2,3	298
	30	μ Кита	4,4	20,0	покр.	18	40,2	+1,0	+2,4	28
	30	μ Кита	4,4	20,0	откр.	19	41,4	+2,2	−0,8	283
Сентябрь	1	264 В Тельца	4,8	21,8	откр.	15	17,7	+0,3	+0,8	294
	1	α Тельца	1,1	21,9	покр.	16	55,8	+0,3	+2,2	49
	1	α Тельца	1,1	21,9	откр.	17	57,1	+1,3	+1,0	276
	7	α Льва	1,3	28,1	покр.	21	36,2	+0,7	+0,8	109
	7	α Льва	1,3	28,1	откр.	22	47,7	+1,2	+1,0	279
	18	21 Стрельца	5,0	9,0	покр.	10	5,1	+2,0	−0,2	91
	20	π Козерога	5,2	11,2	покр.	15	14,9	+0,2	+0,6	31
	30	71 Ориона	5,2	21,3	откр.	18	10,4	+1,2	+1,8	248
Ноябрь	14	υ Козерога	5,3	6,6	покр.	11	52,9	−0,1	+1,3	19
Декабрь	18	μ Кита	4,4	10,8	покр.	10	11,5	+0,6	+2,7	23
	20	α Тельца	1,1	12,7	откр.	7	34,5	−0,3	+1,7	231

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
		Хабаровск									
				m	д		ч	м	м	м	°
Январь	6	ρ	Льва	3,8	18,5	покр.	19	50,5	...	...	49
	6	ρ	Льва	3,8	18,5	откр.	20	24,6	...	...	0
	30	74	Близнецов	5,2	12,7	покр.	15	11,4	+1,3	—2,5	136
Февраль	21	μ	Кита	4,4	5,0	покр.	10	51,2	+1,0	—0,9	80
	23	α	Тельца	1,1	7,1	покр.	11	21,6	+1,4	+2,6	25
	23	α	Тельца	1,1	7,1	откр.	12	3,2	+1,1	—3,9	318
Март	21	γ	Тельца	3,9	4,7	покр.	12	2,8	+0,5	—1,3	86
	28	ρ	Льва	3,8	11,9	покр.	16	24,9	...	...	52
	31	γ	Девы	2,9	14,7	покр.	10	52,4	+0,4	—0,4	145
	31	γ	Девы	2,9	14,7	откр.	11	53,6	+1,2	+1,8	263
Апрель	18	α	Тельца	1,1	2,9	покр.	2	32,4	+0,5	+2,3	46
	18	α	Тельца	1,1	2,9	откр.	3	32,6	+1,4	+0,6	282
Май	4	21	Стрельца	5,0	19,5	откр.	17	57,1	+2,0	+1,6	218
Июль	16		Юпитер	—1,3	3,7	покр.	1	7,3	+0,5	—0,2	140
	16		Юпитер	—1,3	3,7	откр.	2	4,1	+0,8	+2,3	252
	17		Сатурн	1,4	5,0	покр.	5	59,7	+1,2	—1,4	142
	17		Сатурн	1,4	5,0	откр.	7	16,7	+2,0	—0,3	272
	22	γ	Весов	4,0	10,2	покр.	11	4,0	+1,7	—0,7	112
Август	7		Венера	—4,1	25,8	покр.	2	13,1	+1,8	+1,4	41
	7		Венера	—4,1	25,8	откр.	3	3,8	+0,6	—3,6	321
	30	μ	Кита	4,4	20,0	покр.	18	57,1	+0,6	+3,1	13
	30	μ	Кита	4,4	20,0	откр.	19	41,4	+2,2	—2,0	300
	31	5	Тельца	4,3	20,8	откр.	14	0,2	+0,3	+0,8	300
Сентябрь	1	θ^1	Тельца	4,0	21,8	откр.	14	36,1	0,0	+1,2	277
	1	θ^2	Тельца	3,6	21,8	откр.	14	37,8	—0,1	+1,5	257
	1	264 B	Тельца	4,8	21,8	откр.	15	23,1	+0,5	+0,7	304
	1	α	Тельца	1,1	21,9	покр.	17	9,2	+0,3	+2,4	40
	1	α	Тельца	1,1	21,9	откр.	18	5,8	+1,4	+0,7	286
	2	115	Тельца	5,3	22,8	откр.	15	28,5	—0,1	+1,5	258
	2	120	Тельца	5,5	22,9	покр.	17	55,7	...	...	357
	2	120	Тельца	5,5	22,9	откр.	18	5,9	...	...	339
	7	α	Льва	1,3	28,1	покр.	21	44,2	+0,7	+1,4	93
	7	α	Льва	1,3	28,1	откр.	22	54,8	+1,1	+0,3	297
	18	21	Стрельца	5,0	9,0	покр.	10	10,1	+1,7	—0,2	83
	20	σ	Козерога	5,5	11,0	покр.	10	32,7	+1,8	—0,3	124
	29	α	Тельца	1,1	19,7	покр.	2	4,2	—0,3	—1,1	83
	30	71	Ориона	5,2	21,4	откр.	18	22,5	+1,3	+1,3	262
Октябрь	26	α	Тельца	1,1	17,3	откр.	10	17,2	—0,3	+1,2	267
	29	81	Близнецов	5,0	20,5	откр.	15	57,2	...	...	202
Ноябрь	23	119	Тельца	4,7	16,0	откр.	21	14,1	+1,0	+1,0	209
Декабрь	18	μ	Кита	4,4	10,8	покр.	10	28,5	+0,3	+3,2	11
	20	α	Тельца	1,1	12,7	покр.	6	53,7	—0,2	+1,2	92
	20	α	Тельца	1,1	12,7	откр.	7	43,0	—0,2	+1,7	238

Дата 1980		Название звезды		Звездная величина	Возраст Луны	Явление	T		a	b	P
Комсомольск на Амуре											
				m	д		ч	м	м	м	°
Январь	9	γ	Девы	2,9	21,3	откр.	15	32,9	+0,4	+1,4	105
	30	74	Близнецов	5,2	12,7	покр.	15	9,3	+1,3	−2,0	127
Февраль	21	μ	Кита	4,4	5,0	покр.	10	51,3	+0,9	−0,8	74
	23	α	Тельца	1,1	7,1	покр.	11	31,7	...	...	10
	23	α	Тельца	1,1	7,1	откр.	11	55,0	...	...	333
	24	115	Тельца	5,1	7,9	покр.	8	49,9	+1,2	+2,4	43
Март	21	γ	Тельца	3,9	4,7	покр.	12	1,2	+0,4	−1,2	79
	28	ρ	Льва	3,8	11,9	покр.	16	29,8	...	...	40
	31	γ	Девы	2,9	14,7	покр.	10	52,9	+0,5	0,0	136
	31	γ	Девы	2,9	14,7	откр.	11	59,1	+1,2	−1,4	271
Апрель	18	α	Тельца	1,1	2,9	покр.	2	38,1	+0,5	+2,3	43
	18	α	Тельца	1,1	2,9	откр.	3	36,5	+1,5	+0,4	286
Май	4	21	Стрельца	5,0	19,6	откр.	18	3,5	+1,8	+1,1	223
Июль	16		Юпитер	−1,3	3,7	покр.	1	8,2	+0,5	+0,2	133
	16		Юпитер	−1,3	3,7	откр.	2	10,1	+0,9	+2,0	260
	17		Сатурн	1,4	5,0	покр.	5	59,7	+1,3	−1,0	134
	17		Сатурн	1,4	5,0	откр.	7	19,3	+1,7	−0,6	279
	22	γ	Весов	4,0	10,2	покр.	11	5,8	+1,6	−0,7	108
Август	7		Венера	−4,1	25,8	покр.	2	20,5	...	...	28
	7		Венера	−4,1	25,8	откр.	2	56,2	...	...	333
	30	μ	Кита	4,4	20,0	покр.	19	4,8	+0,4	+3,6	7
	31	5	Тельца	4,3	20,8	откр.	14	2,5	+0,3	+0,9	302
Сентябрь	1	θ^1	Тельца	4,0	21,8	откр.	14	38,7	+0,1	+1,3	279
	1	θ^2	Тельца	3,6	21,8	откр.	14	40,8	0,0	+1,5	258
	1	264 B	Тельца	4,8	21,8	откр.	15	25,6	+0,6	+0,6	306
	1	α	Тельца	1,1	21,9	покр.	17	14,9	+0,3	+2,5	37
	1	α	Тельца	1,1	21,9	откр.	18	9,7	+1,4	+0,5	290
	2	115	Тельца	5,3	22,8	откр.	15	31,5	−0,1	+1,5	260
	7	α	Льва	1,3	28,1	покр.	21	48,7	+0,7	+1,7	87
	7	α	Льва	1,3	28,1	откр.	22	57,3	+1,1	0,0	304
	18	21	Стрельца	5,0	9,0	покр.	10	12,8	+1,6	−0,3	81
	28	γ	Тельца	3,9	19,4	покр.	18	27,2	...	...	141
	28	γ	Тельца	3,9	19,4	откр.	18	57,0	...	...	188
	29	α	Тельца	1,1	19,7	покр.	2	1,7	−0,2	−1,0	77
	30	71	Ориона	5,2	21,4	откр.	18	27,3	+1,3	+1,0	266
Октябрь	26	α	Тельца	1,1	17,3	откр.	10	19,3	−0,2	+1,3	269
	29	81	Близнецов	5,0	20,6	откр.	16	6,5	+0,1	+4,1	212
Ноябрь	23	119	Тельца	4,7	16,0	откр.	21	16,7	+0,7	+0,1	220
	24	71	Ориона	5,2	16,6	покр.	11	36,1	...	...	170
	24	71	Ориона	5,2	16,6	откр.	11	38,5	...	...	174
Декабрь	20	α	Тельца	1,1	12,7	покр.	6	55,8	−0,2	+1,3	90
	20	α	Тельца	1,1	12,7	откр.	7	46,3	−0,1	+1,7	240

ФИЗИЧЕСКИЕ КООРДИНАТЫ СОЛНЦА, ЛУНЫ, МАРСА, ЮПИТЕРА И САТУРНА

Таблица физических координат Солнца содержит значения видимого углового радиуса r Солнца, позиционного угла P проекции солнечной оси вращения на картинную плоскость, гелиографической широты B_0 центра солнечного диска и долготы L_0 центрального меридиана (т. е. меридиана, проходящего через центр диска) от начального меридиана Кэррингтона.

Угловой радиус r солнечного диска имеет наибольшую величину 16′17″,6 при прохождении Землей перигелия (3 января) и наименьшую величину 15′45″,4 при прохождении Землей афелия своей орбиты (5 июля). Горизонтальный экваториальный параллакс Солнца меняется соответственно от 8″,944 до 8″,649.

Позиционный угол P отсчитывается от северной точки солнечного диска и считается положительным к востоку и отрицательным к западу. Гелиографическая широта B_0 центра солнечного диска положительна, когда северный полюс Солнца обращен к Земле, и отрицательна, если северный полюс Солнца с Земли не виден.

Долгота L_0 отсчитывается к западу, т. е. в направлении видимого вращения Солнца. За сутки L_0 уменьшается на 13°,2.

В таблице физических координат Луны приведены значения λ_0 и β_0 — селенографической долготы и широты центра диска Луны (для наблюдателя, находящегося в центре Земли), называемых также оптической либрацией по долготе и широте; λ_0 считается положительной к востоку и отрицательной к западу. Угол P имеет тот же смысл, что и для Солнца, но отсчитывается только в одну сторону, к востоку, от 0° до 360°, и поэтому считается всегда положительным. Значения P, близкие к 360°, аналогичны отрицательным значениям P для Солнца. Величина ψ, называемая позиционным углом лунного терминатора, представляет собой позиционный угол северного рога лунного серпа, отсчитываемый от северной точки лунного диска против часовой стрелки. Этим же углом определяется положение диаметра лунного диска, проходящего через концы обоих рогов лунного серпа. Таблица содержит лунную фазу Φ, выраженную в долях диаметра лунного диска.

В таблицах физических координат Марса, Юпитера и Сатурна величины P и B_0 имеют тот же смысл, что и для Солнца, но угол P отсчитывается от северной точки диска только в одну сторону против часовой стрелки (к востоку), от 0° до 360°. Долгота центрального меридиана L_0 от начального меридиана планет отсчитывается на их дисках в восточном направлении.

Для Юпитера дается долгота центрального меридиана в двух системах: L_{I} — в I системе (для экваториальной зоны) и L_{II} — во II системе (для средних широт). Так как значения L_0 даны для Марса через четверо суток, а для Юпитера — через восемь суток, то вычисление долготы центрального меридиана обеих планет на промежуточные даты осуществляется по таблице приращения долготы (стр. 106).

Кроме того, для Марса даются моменты T_0 (по всемирному времени) верхней кульминации Земли на начальном меридиане Марса, или, что почти одно и то же, моменты прохождения нулевого меридиана планеты через центр ее видимого диска.

В таблице Сатурна приведены видимые размеры большой оси (a) и малой оси (b) внешнего кольца планеты и его раскрытие (b/a).

СОЛНЦЕ

Дата	0ч всемирного времени			
	r	P	B_0	L_0
	′ ″	°	°	°
Январь				
1	16 18	+2,4	−3,0	305,2
6	16 18	+0,0	3,5	239,3
11	16 17	−2,4	4,1	173,5
16	16 17	4,8	4,6	107,6
21	16 17	7,1	5,1	41,8
26	16 16	9,3	5,5	336,0
31	16 16	11,5	5,9	270,2
Февраль				
5	16 15	13,5	6,3	204,3
10	16 14	15,4	6,6	138,5
15	16 13	17,2	6,8	72,6
20	16 12	18,8	7,0	6,8
25	16 11	20,3	7,1	301,0
Март				
1	16 10	21,6	7,2	235,1
6	16 09	22,8	7,2	169,2
11	16 07	23,8	7,2	103,4
16	16 06	24,6	7,1	37,4
21	16 05	25,3	7,0	331,5
26	16 03	25,8	6,8	265,6
31	16 02	26,2	6,6	199,7
Апрель				
5	16 01	26,3	6,3	133,7
10	15 59	26,3	6,0	67,7
15	15 58	26,1	5,6	1,7
20	15 57	25,7	5,2	295,7
25	15 55	25,1	4,7	229,6
30	15 54	24,3	4,2	163,5
Май				
5	15 53	23,4	3,7	97,4
10	15 52	22,2	3,2	31,3
15	15 51	21,0	2,6	325,2
20	15 50	19,5	2,0	259,1
25	15 49	17,9	1,4	192,9
30	15 48	16,1	0,8	126,8
Июнь				
4	15 47	14,3	−0,2	60,6
9	15 47	12,3	+0,4	354,4
14	15 46	10,2	1,0	288,2
19	15 46	8,0	1,6	222,1
24	15 46	5,8	2,1	155,9
29	15 45	−3,5	+2,7	89,7

Дата	0ч всемирного времени			
	r	P	B_0	L_0
	′ ″	°	°	°
Июль				
4	15 45	−1,3	+3,2	23,5
9	15 45	+1,0	3,8	317,3
14	15 46	3,2	4,3	251,2
19	15 46	5,4	4,8	185,0
24	15 46	7,6	5,2	118,8
29	15 47	9,7	5,6	52,7
Август				
3	15 47	11,7	6,0	346,6
8	15 48	13,6	6,3	280,5
13	15 49	15,4	6,6	214,4
18	15 50	17,1	6,8	148,3
23	15 51	18,6	7,0	82,2
28	15 52	20,1	7,1	16,1
Сентябрь				
2	15 53	21,4	7,2	310,1
7	15 54	22,6	7,2	244,0
12	15 55	23,6	7,2	178,0
17	15 56	24,4	7,2	112,0
22	15 58	25,2	7,0	46,0
27	15 59	25,7	6,9	340,0
Октябрь				
2	16 00	26,1	6,6	274,0
7	16 02	26,3	6,4	208,1
12	16 03	26,3	6,0	142,1
17	16 05	26,2	5,7	76,2
22	16 06	25,8	5,3	10,2
27	16 07	25,2	4,8	304,3
Ноябрь				
1	16 09	24,5	4,3	238,3
6	16 10	23,6	3,8	172,4
11	16 11	22,4	3,2	106,5
16	16 12	21,1	2,7	40,6
21	16 13	19,6	2,1	334,7
26	16 14	17,9	1,4	268,8
Декабрь				
1	16 15	16,0	0,8	202,9
6	16 16	14,0	+0,2	137,0
11	16 16	11,9	−0,5	71,1
16	16 17	9,7	1,1	5,2
21	16 17	7,4	1,7	299,3
26	16 17	5,0	2,3	233,5
31	16 17	+2,6	−2,9	167,6

Дата	0ч всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ
Январь	°	°	°	°	
1	+5,1	+6,1	357,7	341,7	0,98
3	4,7	4,4	9,0	32,5	1,00
5	3,2	+1,9	18,1	19,1	0,93
7	+0,8	—0,9	23,5	21,4	0,81
9	—2,0	3,5	24,8	22,6	0,64
11	4,5	5,5	22,1	21,6	0,45
13	6,1	6,6	15,4	17,9	0,27
15	6,2	6,5	5,3	12,1	0,11
17	4,8	4,8	353,1	11,2	0,01
19	—2,2	—2,0	342,2	338,2	0,02
21	+0,8	+1,5	336,0	338,8	0,13
23	3,3	4,5	335,9	338,4	0,32
25	5,1	6,4	341,3	341,4	0,55
27	5,8	6,7	350,7	347,5	0,75
29	5,6	5,7	2,0	355,0	0,91
31	4,5	3,6	12,6	359,0	0,99
Февраль					
2	+2,5	+0,8	20,4	22,5	0,99
4	—0,0	—2,0	24,4	20,4	0,92
6	2,8	4,4	24,3	20,5	0,80
8	5,3	6,2	20,3	18,3	0,63
10	7,0	6,8	12,6	13,2	0,43
12	7,3	6,2	1,8	5,4	0,24
14	5,9	4,2	349,8	356,0	0,08
16	—3,0	—1,0	339,9	349,5	0,00
18	+0,7	+2,6	335,3	341,5	0,04
20	4,1	5,4	337,2	341,6	0,18
22	6,4	6,7	344,5	345,9	0,39
24	7,1	6,5	355,0	353,4	0,61
26	6,4	5,0	6,2	2,4	0,79
28	+4,7	+2,6	15,9	11,2	0,93

Дата	0ч всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ
Март	°	°	°	°	
1	+2,3	—0,2	22,3	21,7	0,99
3	—0,4	3,0	24,8	13,0	0,99
5	3,1	5,2	23,2	16,3	0,91
7	5,5	6,5	17,9	14,0	0,78
9	7,2	6,8	9,1	8,3	0,60
11	7,7	5,7	358,0	359,8	0,40
13	6,7	—3,3	346,6	349,9	0,20
15	4,0	+0,0	338,0	339,5	0,05
17	—0,1	3,4	335,2	18,0	0,00
19	+3,7	5,9	339,0	347,1	0,07
21	6,7	6,7	347,8	350,9	0,24
23	7,6	6,0	359,2	358,9	0,45
25	6,9	4,0	10,2	8,0	0,65
27	4,8	+1,4	18,8	16,3	0,82
29	+2,2	—1,4	23,7	24,0	0,94
31	—0,6	3,9	24,7	46,4	1,00
Апрель					
2	3,2	5,8	21,6	4,8	0,98
4	5,3	6,6	14,9	8,0	0,90
6	6,7	6,4	5,2	2,9	0,75
8	7,3	4,8	353,9	354,5	0,56
10	6,6	—2,1	343,4	345,4	0,34
12	4,4	+1,2	336,6	337,2	0,14
14	—0,8	4,3	335,6	325,8	0,02
16	+3,1	6,2	341,0	3,1	0,01
18	6,2	6,5	351,1	356,9	0,11
20	7,4	5,2	3,0	4,0	0,29
22	6,7	2,9	13,7	12,3	0,49
24	4,6	+0,2	21,1	19,5	0,68
26	+1,9	—2,5	24,5	24,8	0,84
28	—0,8	4,7	24,0	30,3	0,95
30	—3,1	—6,2	19,5	72,0	1,00

Продолжение

Дата	0ч всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ
Май	°	°	°	°	
2	—4,8	—6,6	11,5	357,5	0,97
4	5,9	5,7	0,9	356,9	0,87
6	6,2	3,6	349,6	349,7	0,70
8	5,5	—0,7	340,4	341,9	0,49
10	3,7	+2,5	335,6	336,0	0,27
12	—0,8	5,1	336,6	331,9	0,09
14	+2,6	6,4	343,5	308,2	0,01
16	5,4	6,1	354,6	6,5	0,03
18	6,6	4,3	6,6	8,7	0,15
20	6,0	+1,7	16,6	15,6	0,33
22	4,0	—1,1	22,8	21,2	0,52
24	+1,3	3,6	24,8	24,7	0,70
26	—1,3	5,5	22,8	26,2	0,86
28	3,4	6,5	17,0	28,9	0,96
30	4,6	6,3	7,8	292,7	1,00
Июнь					
1	5,0	4,8	356,5	349,8	0,95
3	4,8	—2,3	345,6	345,5	0,82
5	3,8	+0,8	337,9	339,6	0,63
7	—2,1	3,8	335,3	335,9	0,40
9	+0,2	5,9	338,4	335,5	0,19
11	2,8	6,6	346,7	335,7	0,05
13	4,9	5,6	358,3	64,6	0,00
15	5,7	3,4	10,0	13,8	0,06
17	5,0	+0,6	19,0	17,8	0,18
19	3,0	—2,2	23,9	21,9	0,36
21	+0,4	4,6	24,5	23,7	0,55
23	—2,1	6,2	21,2	23,0	0,73
25	4,0	6,7	14,2	20,2	0,88
27	4,9	6,0	4,1	19,4	0,98
29	—4,6	—4,0	352,4	332,7	0,99

Дата	0ч всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ
Июль	°	°	°	°	
1	—3,6	—1,0	342,2	342,6	0,92
3	2,0	+2,2	336,2	338,7	0,75
5	—0,1	5,0	335,8	337,1	0,54
7	+2,0	6,5	341,0	339,2	0,31
9	3,9	6,5	350,5	344,4	0,13
11	5,0	5,0	2,3	348,0	0,02
13	5,1	+2,4	13,3	23,9	0,01
15	4,0	—0,5	21,1	18,9	0,08
17	+2,0	3,3	24,5	21,4	0,21
19	—0,6	5,4	23,8	21,8	0,38
21	3,1	6,6	19,2	19,6	0,57
23	4,9	6,7	11,2	14,5	0,76
25	5,6	5,5	0,4	7,3	0,91
27	4,9	—3,1	348,8	2,9	0,99
29	3,1	+0,2	339,6	341,7	0,98
31	—0,6	3,4	335,4	339,6	0,87
Август					
2	+2,0	5,9	337,2	339,6	0,67
4	4,0	6,8	344,2	343,7	0,44
6	5,4	6,1	354,8	351,2	0,24
8	5,7	4,1	6,5	0,3	0,08
10	5,0	+1,4	16,4	8,2	0,01
12	3,4	—1,6	22,7	16,4	0,01
14	+1,2	4,2	24,7	19,1	0,10
16	—1,4	6,0	22,6	18,9	0,23
18	4,0	6,8	16,9	15,8	0,41
20	5,8	6,5	8,0	9,6	0,61
22	6,5	4,9	356,9	0,7	0,79
24	5,7	—2,2	345,7	350,2	0,94
26	3,4	+1,2	337,7	314,7	1,00
28	—0,1	4,4	335,4	343,6	0,95
30	+3,3	+6,4	339,2	343,4	0,80

Дата	$0^ч$ всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ
Сентябрь	●	○	●	●	
1	+5,8	+6,7	348,0	348,6	0,59
3	6,9	5,4	359,4	357,3	0,37
5	6,6	3,1	10,6	7,2	0,18
7	5,2	+0,2	19,2	17,2	0,05
9	3,2	−2,6	23,9	45,2	0,00
11	+0,7	4,9	24,4	11,5	0,02
13	−1,9	6,4	20,9	14,4	0,11
15	4,4	6,8	14,0	11,3	0,26
17	6,4	6,0	4,4	4,6	0,44
19	7,3	4,0	353,3	355,5	0,65
21	6,6	−1,1	343,0	345,3	0,83
23	4,2	+2,2	336,4	333,5	0,97
25	−0,4	5,1	335,9	5,9	1,00
27	+3,7	6,6	341,6	348,9	0,91
29	6,7	6,2	351,9	353,8	0,73
Октябрь					
1	7,9	4,5	3,8	2,7	0,52
3	7,4	+1,9	14,4	12,3	0,31
5	5,6	−1,0	21,5	20,7	0,15
7	3,2	3,6	24,6	29,6	0,04
9	+0,6	5,5	23,5	275,7	0,00
11	−2,0	6,5	18,7	5,4	0,03
13	4,4	6,4	10,7	5,8	0,13
15	6,3	5,2	0,5	359,6	0,29
17	7,4	−2,9	349,6	350,9	0,48
19	7,0	+0,1	340,4	341,9	0,70
21	4,9	3,2	335,7	334,1	0,88
23	−1,2	5,7	336,9	318,7	0,99
25	+3,2	6,5	344,2	1,0	0,98
27	6,6	5,6	355,6	359,3	0,86
29	8,1	3,4	7,8	7,4	0,67
31	+7,6	+0,5	17,5	15,9	0,47

Дата	$0^ч$ всемирного времени				
	λ_0	β_0	P	ψ	Φ
Ноябрь	◎	●	○	◎	
2	+5,7	−2,2	23,2	22,5	0,28
4	3,2	4,6	24,6	27,3	0,13
6	+0,5	6,1	22,1	33,7	0,03
8	−1,9	6,6	16,0	302,9	0,00
10	4,0	5,9	7,0	357,5	0,04
12	5,7	4,2	356,2	354,4	0,16
14	6,7	−1,5	345,8	346,9	0,33
16	6,5	+1,5	338,2	339,6	0,54
18	4,9	4,3	335,4	334,6	0,75
20	−1,6	6,2	338,4	331,4	0,92
22	+2,3	6,4	347,0	295,2	1,00
24	5,7	4,9	359,2	6,6	0,96
26	7,3	+2,2	11,2	11,2	0,82
28	7,0	−0,8	19,9	18,2	0,64
30	5,3	3,4	24,1	23,1	0,44
Декабрь					
2	2,8	5,4	24,1	25,4	0,26
4	+0,2	6,5	20,2	25,8	0,12
6	−2,1	6,5	13,0	28,0	0,03
8	3,9	5,3	3,1	322,2	0,00
10	5,0	3,0	352,0	349,1	0,06
12	5,5	−0,1	342,4	343,9	0,19
14	5,2	+2,9	336,5	338,5	0,38
16	3,7	5,4	335,8	335,8	0,61
18	−1,2	6,6	340,6	336,7	0,81
20	+2,0	6,1	350,3	339,1	0,96
22	4,7	4,1	2,7	45,8	1,00
24	6,1	+1,2	14,2	14,3	0,94
26	5,9	−1,9	21,7	19,1	0,80
28	4,3	4,4	24,6	22,5	0,62
30	+1,9	−6,1	23,1	23,1	0,43

МАРС

Дата	0ч всемирного времени			T_0	Дата	0ч всемирного времени			T_0
	P	B_0	L_0			P	B_0	L_0	
Январь	°	°	°	ч м	Апрель	°	°	°	ч м
0	18,6	+22,9	1,2	24 33,3	1	7,9	+20,2	262,4	6 40,4
4	18,9	22,8	324,1	2 27,4	5	7,8	20,3	226,2	9 09,3
8	19,2	22,7	287,2	4 58,9	9	7,8	20,5	189,7	11 39,1
12	19,4	22,6	250,5	7 29,5	13	7,9	20,7	153,0	14 09,8
16	19,5	22,4	214,0	9 59,2	17	8,1	20,9	116,1	16 41,3
20	19,4	22,3	177,7	12 28,0	21	8,4	21,2	79,0	19 13,6
24	19,3	22,2	141,6	14 55,8	25	8,8	21,5	41,8	21 46,6
28	19,0	22,0	105,8	17 22,7	29	9,4	21,8	4,4	24 20,3
Февраль					Май				
1	18,6	21,9	70,2	19 48,6	3	10,0	22,1	326,9	2 15,9
5	18,1	21,7	34,8	22 13,6	7	10,6	22,4	289,2	4 50,6
9	17,5	21,5	359,5	0 01,9	11	11,4	22,8	251,4	7 25,9
13	16,7	21,3	324,5	2 25,5	15	12,2	23,1	213,5	10 01,7
17	15,9	21,2	289,6	4 48,6	19	13,1	23,4	175,5	12 38,0
21	15,0	21,0	254,8	7 11,2	23	14,0	23,8	137,4	15 14,7
25	14,1	20,8	220,0	9 33,7	27	14,9	24,1	99,2	17 51,8
29	13,1	20,6	185,3	11 56,1	31	15,9	24,4	60,8	20 29,4
Март					Июнь				
4	12,2	20,4	150,5	14 18,9	4	17,0	24,6	22,4	23 07,2
8	11,3	20,3	115,6	16 42,0	8	18,0	24,9	344,0	1 05,9
12	10,4	20,2	80,5	19 05,8	12	19,1	25,1	305,4	3 44,3
16	9,7	20,1	45,3	21 30,3	16	20,2	25,3	266,8	6 23,1
20	9,1	20,0	9,9	23 55,7	20	21,3	25,5	228,1	9 02,1
24	8,5	20,0	334,3	1 45,4	24	22,4	25,6	189,4	11 41,4
28	8,2	+20,1	298,5	4 12,4	28	23,6	+25,7	150,6	14 20,9

Дата	0ч всемирного времени			T_0	Дата	0ч всемирного времени			T_0
	P	B_0	L_0			P	B_0	L_0	
Июль	°	°	°	ч м	Октябрь	°	°	°	ч м
2	24,7	+25,7	111,7	17 00,6	2	38,0	+13,4	292,6	4 37,1
6	25,8	25,7	72,8	19 40,5	6	37,6	12,3	253,5	7 17,9
10	26,9	25,7	33,9	22 20,6	10	37,2	11,2	214,4	9 58,7
14	27,9	25,6	355,0	0 20,8	14	36,6	10,0	175,3	12 39,5
18	29,0	25,5	315,9	3 01,1	18	35,9	8,8	136,2	15 20,3
22	30,0	25,3	276,9	5 41,6	22	35,2	7,6	97,1	18 01,1
26	31,0	25,1	237,8	8 22,2	26	34,3	6,4	58,0	20 41,9
30	32,0	24,8	198,8	11 02,9	30	33,4	5,2	18,8	23 22,7
Август					Ноябрь				
3	32,9	24,4	159,7	13 43,7	3	32,3	3,9	339,7	1 23,3
7	33,7	24,0	120,6	16 24,6	7	31,2	2,6	300,6	4 04,2
11	34,5	23,6	81,4	19 05,5	11	29,9	+1,3	261,5	6 45,1
15	35,3	23,1	42,3	21 46,4	15	28,6	0,0	222,3	9 26,1
19	35,9	22,6	3,1	24 27,3	19	27,2	—1,3	183,2	12 07,1
23	36,5	22,0	324,0	2 28,1	23	25,7	2,6	144,0	14 48,2
27	37,1	21,3	284,8	5 09,1	27	24,2	3,9	104,8	17 29,3
31	37,5	20,6	245,7	7 50,0					
Сентябрь					Декабрь				
4	37,9	19,9	206,5	10 31,0	1	22,6	5,2	65,6	20 10,6
8	38,2	19,1	167,4	13 12,0	5	20,9	6,6	26,4	22 52,0
12	38,4	18,2	128,2	15 52,9	9	19,2	7,8	347,1	0 53,1
16	38,5	17,3	89,1	18 33,8	13	17,4	9,1	307,8	3 34,7
20	38,5	16,4	50,0	21 14,7	17	15,6	10,4	268,5	6 16,4
24	38,5	15,4	10,8	23 55,6	21	13,8	11,6	229,1	8 58,3
28	38,3	+14,4	331,7	1 56,2	25	11,9	12,8	189,7	11 40,3
					29	9,9	−14,0	150,3	14 22,4

ЮПИТЕР

Дата	$0^ч$ всемирного времени			
	P	B_0	L_I	L_{II}
Январь	°	°	°	°
0	24,4	−1,2	165,0	90,0
8	24,4	1,2	348,8	212,9
16	24,3	1,3	172,9	335,8
24	24,3	1,3	357,0	98,9
Февраль				
1	24,2	1,3	181,3	222,1
9	24,0	1,3	5,6	345,4
17	23,9	1,2	189,9	108,7
25	23,7	1,2	14,2	231,9
Март				
4	23,6	1,2	198,3	355,0
12	23,4	1,2	22,3	118,0
20	23,2	1,1	206,1	240,8
28	23,1	1,1	29,7	3,3
Апрель				
5	23,0	1,0	213,0	125,6
13	22,9	1,0	36,1	247,6
21	22,9	1,0	218,9	9,4
29	22,9	1,0	41,5	131,0
Май				
7	22,9	0,9	223,9	252,3
15	23,0	0,9	46,1	13,5
23	23,1	0,9	228,1	134,5
31	23,2	0,9	50,0	255,3
Июнь				
8	23,3	1,0	231,7	16,0
16	23,5	1,0	53,4	136,6
24	23,7	−1,0	234,9	257,1

Дата	$0^ч$ всемирного времени			
	P	B_0	L_I	L_{II}
Июль	°	°	°	°
2	23,9	−1,0	56,4	17,5
10	24,1	1,1	237,8	137,9
18	24,3	1,1	59,1	258,2
26	24,4	1,2	240,5	18,5
Август				
3	24,6	1,2	61,8	138,8
11	24,8	1,3	243,1	259,1
19	24,9	1,3	64,5	19,4
27	25,1	1,4	245,8	139,8
Сентябрь				
4	25,2	1,4	67,2	260,1
12	25,3	1,5	248,7	20,5
20	25,4	1,6	70,2	141,0
28	25,4	1,7	251,7	261,5
Октябрь				
6	25,4	1,7	73,4	22,2
14	25,5	1,8	255,2	142,9
22	25,5	1,9	77,1	263,8
30	25,4	1,9	259,2	24,7
Ноябрь				
7	25,4	2,0	81,3	145,9
15	25,3	2,1	263,6	267,1
23	25,3	2,2	86,0	28,5
Декабрь				
1	25,2	2,2	268,6	150,0
9	25,1	2,3	91,3	271,7
17	25,1	2,3	274,2	33,5
25	25,0	2,4	97,3	155,5
33	25,0	−2,5	280,5	277,7

ТАБЛИЦА СРЕДНИХ ПРИРАЩЕНИЙ ДОЛГОТЫ ЦЕНТРАЛЬНОГО МЕРИДИАНА МАРСА И ЮПИТЕРА

(I и II системы)

Интервалы	Марс	Юпитер		Интервалы	Марс	Юпитер	
		I	II			I	II
Сутки	°	°	°	Часы	°	°	°
1	350,9	157,9	150,3	1	14,6	36,6	36,3
2	341,8	315,8	300,5	2	29,2	73,2	72,5
3	332,7	113,7	90,8	3	43,9	109,7	108,8
4	323,6	271,6	241,0	4	58,5	146,3	145,0
5	314,4	69,5	31,3	5	73,1	182,9	181,3
6	305,3	227,4	181,6	6	87,7	219,5	217,6
7	296,2	25,3	331,8	7	102,3	256,1	253,8
8	287,1	183,2	122,1	8	117,0	292,6	290,1
Минуты				9	131,6	329,2	326,4
1	0,2	0,6	0,6	10	146,2	5,8	2,6
2	0,5	1,2	1,2	11	160,8	42,4	38,9
3	0,7	1,8	1,8	12	175,4	79,0	75,1
4	1,0	2,4	2,4	13	190,1	115,6	111,4
5	1,2	3,0	3,0	14	204,7	152,2	147,6
6	1,5	3,7	3,6	15	219,3	188,7	183,9
7	1,7	4,3	4,2	16	233,9	225,3	220,2
8	1,9	4,9	4,8	17	248,5	261,9	256,4
9	2,2	5,5	5,4	18	263,2	298,4	292,7
10	2,4	6,1	6,0	19	277,8	335,0	329,0
20	4,9	12,2	12,1	20	292,4	11,6	5,2
30	7,3	18,3	18,1	21	307,0	48,2	41,5
40	9,7	24,4	24,2	22	321,6	84,7	77,7
50	12,2	30,5	30,2	23	336,3	121,3	114,0
60	14,6	36,6	36,3	24	350,9	157,9	150,3

САТУРН

Дата	0ч всемирного времени					Дата	0ч всемирного времени				
	P	B_0	a	b	b/a		P	B_0	a	b	b/a
Янв.	°	°	″	″		Июль	°	°	″	″	
0	355,6	+1,7	40,9	1,2	0,030	2	355,2	—0,8	38,5	0,6	0,014
8	355,6	1,7	41,5	1,2	0,030	10	355,3	0,5	38,0	0,4	0,009
16	355,6	1,6	42,1	1,2	0,029	18	355,3	—0,2	37,6	0,2	0,004
24	355,6	1,5	42,6	1,1	0,027	26	355,4	+0,1	37,2	0,1	0,002
Фев.						Авг.					
1	355,6	1,4	43,1	1,0	0,024	3	355,4	0,5	36,8	0,3	0,009
9	355,6	1,2	43,5	0,9	0,020	11	355,5	0,9	36,5	0,6	0,016
17	355,6	0,9	43,9	0,7	0,016	19	355,6	1,3	36,2	0,8	0,023
25	355,5	0,6	44,2	0,5	0,011	27	355,6	1,8	36,0	1,1	0,031
Март						Сен.					
4	355,5	0,3	44,4	0,3	0,006	4	355,7	2,2	35,9	1,4	0,039
12	355,4	+0,0	44,4	0,0	0,000	12	355,8	2,7	35,8	1,7	0,047
20	355,4	—0,3	44,4	0,2	0,005	20	355,9	3,1	35,7	2,0	0,055
28	355,3	0,6	44,3	0,4	0,010	28	356,0	3,6	35,8	2,2	0,062
Апр.						Окт.					
5	355,3	0,8	44,0	0,6	0,015	6	356,0	4,1	35,8	2,5	0,070
13	355,2	1,1	43,7	0,8	0,019	14	356,1	4,5	35,9	2,8	0,078
21	355,2	1,3	43,3	1,0	0,022	22	356,2	4,9	36,1	3,1	0,085
29	355,2	1,4	42,9	1,1	0,025	30	356,3	5,3	36,3	3,4	0,092
Май						Нояб.					
7	355,2	1,5	42,4	1,1	0,026	7	356,3	5,7	36,6	3,6	0,099
15	355,1	1,6	41,8	1,2	0,027	15	356,4	6,0	36,9	3,9	0,105
23	355,1	1,6	41,3	1,1	0,027	23	356,5	6,3	37,3	4,1	0,110
31	355,2	1,5	40,7	1,1	0,026						
						Дек.					
Июнь						1	356,5	6,6	37,7	4,3	0,115
8	355,2	1,4	40,1	1,0	0,025	9	356,6	6,8	38,2	4,5	0,119
16	355,2	1,3	39,6	0,9	0,022	17	356,6	7,0	38,7	4,7	0,122
24	355,2	—1,1	39,0	0,7	0,019	25	356,7	7,2	39,2	4,9	0,125
						33	356,7	+7,3	39,7	5,0	0,127

ГАЛИЛЕЕВЫ СПУТНИКИ ЮПИТЕРА

Таблица явлений в системе спутников Юпитера (стр. 111—121) содержит сведения лишь о четырех наиболее ярких (галилеевых) спутниках планеты и только о тех явлениях, которые доступны наблюдениям на территории СССР в темное время суток.

Моменты явлений приведены по всемирному времени. Номера спутников обозначены римскими цифрами. Сочетания букв означают: НЗ — начало затмения спутника; КЗ — конец затмения спутника; НП — начало покрытия спутника (спутник скрывается за диском Юпитера); КП — конец покрытия спутника (спутник появляется из-за диска планеты); ВТ — вступление тени спутника на диск Юпитера; СТ — схождение тени спутника с диска планеты; НС — начало прохождения спутника перед планетой (вступление спутника на диск планеты); КС — конец прохождения спутника перед планетой (схождение спутника с диска Юпитера).

Графики конфигураций спутников (стр. 125—134) заимствованы из «Приложения к Астрономическому ежегоднику СССР на 1981 г.». На графиках центральная вертикальная полоса изображает диск Юпитера в различные моменты всемирного времени. Горизонтальные линии отмечают начало календарных суток, т. е. $0^ч$ по всемирному времени для указанных около этих линий дат. Положение спутников относительно диска планеты дается кривыми линиями, около которых проставлены номера спутников. Перерывы в этих кривых, при пересечении ими вертикальной полосы, означают заходы спутников за диск Юпитера (покрытия спутников). Конфигурации спутников даны для наблюдений в телескоп-рефрактор, т. е. восток находится справа от диска, а запад — слева от него. Чтобы узнать конфигурации спутников Юпитера на определенный момент времени, нужно провести по линейке горизонтальную линию, соответствующую данному моменту времени, которая в пересечении с кривыми линиями даст видимое положение спутников относительно планеты. Расстояния спутников от планеты могут быть выражены в ее диаметрах или радиусах.

Более точное определение конфигураций спутников проводится вычислениями или графическим построением. Для этой цели служит таблица моментов верхних геоцентрических соединений спутников с Юпитером по всемирному времени (стр. 122—124). Пусть требуется вычислить положение спутников на некоторый момент времени T. Прежде всего необходимо по заданному моменту T найти всемирное время

$$T_0 = T - (T - T_м) - 3^ч,$$

где $(T - T_м)$ — разность в целых часах между временем данного пункта и московским временем, а затем по таблице моментов верхних соединений спутников найти момент T_c верхнего соединения спутника, предшествующий моменту T_0. Тогда видимое расстояние спутника от центра диска планеты

$$\rho = r \cdot \sin \varphi,$$

где r — радиус орбиты спутника. $\varphi = \omega (T_0 - T_c)$ и ω — относительное смещение спутника по орбите за 1 час (часовое синодическое движение). В этом случае разность $(T_0 - T_c)$ должна быть выражена в часах.

Значения r в экваториальных радиусах Юпитера и ω приведены в следующей таблице, в которой даны также относительные суточные

смещения Ω спутников (суточное синодическое движение), часто используемые для графического построения конфигураций:

Спутник	r	ω	Ω
I, Ио	5,908	8°,475	203°,41
II, Европа	9,400	4,220	101,29
III, Ганимед	14,993	2,093	50,23
IV, Каллисто	26,372	0,8953	21,49

Выражая $(T_0 - T_c)$ в часах и беря r и ω из таблицы, получим ρ в экваториальных радиусах Юпитера.

Если $\rho > 0$, то спутник находится к востоку от планеты (в телескопе — справа); если $\rho < 0$, то спутник расположен к западу (слева). Если $|\rho| < 1$ при φ, близком к 180°, то возможно прохождение спутника перед диском Юпитера. Аналогично, если $|\rho| < 1$ при φ, близком к 0°, то произойдет покрытие спутника диском планеты.

Пример. Определить конфигурации четырех галилеевых спутников Юпитера 8 февраля 1980 г. в $20^ч30^м$ в Ташкенте. Так как ташкентское время отличается от московского времени на $(T - T_м) = 3^ч$, то заданный момент времени 8 февраля $20^ч30^м$ в Ташкенте соответствует всемирному времени $T_0 = 20^ч30^м - 3^ч - 3^ч = 14^ч30^м$ той же даты.

Из таблицы на страницах 122—124 выписываем моменты T_c верхних соединений спутников Юпитера, предшествующие моменту $T_0 = 8.II, 14^ч30^м$, и образуем разности $(T_0 - T_c)$, которые переводим в часы, а затем, используя значения ω и r, вычисляем φ и ρ:

Спутник	T_c	$T_0 - T_c$	φ	sin φ	ρ
I, Ио	8.II, $14^ч12^м$	$0^ч$,300	2°33′	+0,0445	+0,26
II, Европа	5.II, 17 24	69,100	291 36	−0,9298	−8,74
III, Ганимед	5.II, 6 24	80,100	167 39	+0,2139	+3,21
IV, Каллисто	2.II, 18 41	139,817	125 11	+0,8173	+21,55

Согласно вычислениям (см. чертеж), первый спутник находится за диском планеты, второй спутник отстоит к западу (слева) от края Юпитера на расстоянии около 8 его радиусов, третий и четвертый спутники расположены к востоку (вправо) от края планеты на расстояниях соответственно около 2 и 21 ее радиусов.

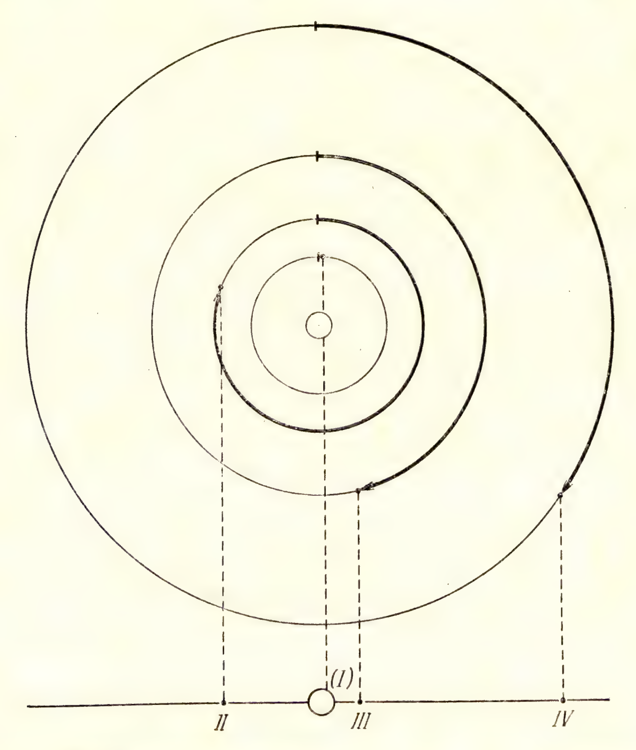
Эти же конфигурации спутников могут быть найдены графически по чертежу, изображающему орбиты спутников в плане. На орбитах штрихами обозначены положения спутников в моменты их верхнего

геоцентрического соединения. Чтобы найти конфигурацию спутника на любой момент времени T_0, нужно вычислить его угловое смещение



К расчету конфигураций спутников Юпитера.

φ, отложить это смещение на орбите спутника (от ее верхней точки, отмеченной штрихом) в направлении вращения часовой стрелки, и



Графическое построение конфигураций спутников Юпитера.

полученное положение спутника спроектировать на прямую, проведенную внизу, под орбитами. Чертеж построен для наблюдений в телескоп-рефрактор.

ЯВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

(моменты указаны по всемирному времени)

Январь

	ч	м		
0	4	00	IV	КЗ
	6	54	III	НЗ
	10	12	IV	НП
	10	29	III	КЗ
	11	20	III	НП
	14	06	IV	КП
	14	15	I	НЗ
	14	49	III	КП
	17	37	I	КП
1	2	14	II	НЗ
	7	15	II	КП
	11	36	I	ВТ
	12	40	I	НС
	13	53	I	СТ
	14	55	I	КС
2	8	43	I	НЗ
	12	04	I	КП
	20	23	II	ВТ
	22	31	II	НС
	23	16	II	СТ
3	1	22	II	КС
	6	05	I	ВТ
	7	07	I	НС
	8	21	I	СТ
	9	22	I	КС
	20	53	III	ВТ
4	0	27	III	СТ
	1	09	III	НС
	3	11	I	НЗ
	4	35	III	КС
	6	31	I	КП
	15	31	II	НЗ
	20	27	II	КП
5	0	33	I	ВТ
	1	34	I	НС
	2	49	I	СТ
	3	49	I	КС
	21	39	I	НЗ
6	0	58	I	КП
	9	40	II	ВТ
	11	42	II	НС
	12	33	II	СТ
	14	34	II	КС
	19	01	I	ВТ

Январь

	ч	м		
6	20	01	I	НС
	21	17	I	СТ
	22	16	I	КС
7	10	51	III	НЗ
	14	26	III	КЗ
	14	56	III	НП
	16	08	I	НЗ
	18	24	III	КП
	19	25	I	КП
8	4	48	II	НЗ
	8	45	IV	ВТ
	9	38	II	КП
	13	14	IV	СТ
	13	30	I	ВТ
	14	28	I	НС
	15	46	I	СТ
	16	43	I	КС
	18	09	IV	НС
	22	02	IV	КС
9	10	36	I	НЗ
	13	52	I	КП
	22	58	II	ВТ
10	0	54	II	НС
	1	51	II	СТ
	3	46	II	КС
	7	58	I	ВТ
	8	55	I	НС
	10	14	I	СТ
	11	10	I	КС
11	0	51	III	ВТ
	4	24	III	СТ
	4	43	III	НС
	5	05	I	НЗ
	8	09	III	КС
	8	19	I	КП
	18	06	II	НЗ
	22	48	II	КП
12	2	26	I	ВТ
	3	21	I	НС
	4	42	I	СТ
	5	37	I	КС
	23	33	I	НЗ
13	2	46	I	КП
	12	15	II	ВТ

Январь

	ч	м		
13	14	05	II	НС
	15	08	II	СТ
	16	57	II	КС
	20	54	I	ВТ
	21	48	I	НС
	23	11	I	СТ
14	0	03	I	КС
	14	49	III	НЗ
	18	01	I	НЗ
	18	24	III	КЗ
	18	28	III	НП
	21	12	I	КП
	21	56	III	КП
15	7	22	II	НЗ
	11	58	II	КП
	15	23	I	ВТ
	16	15	I	НС
	17	39	I	СТ
	18	30	I	КС
16	12	30	I	НЗ
	15	39	I	КП
	17	29	IV	НЗ
	21	57	IV	КЗ
17	1	33	II	ВТ
	1	57	IV	НП
	3	16	II	НС
	4	26	II	СТ
	5	46	IV	КП
	6	08	II	КС
	9	51	I	ВТ
	10	41	I	НС
	12	07	I	СТ
	12	57	I	КС
18	4	49	III	ВТ
	6	58	I	НЗ
	8	12	III	НС
	8	22	III	СТ
	10	06	I	КП
	11	38	III	КС
	20	40	II	НЗ
19	1	08	II	КП
	4	19	I	ВТ
	5	08	I	НС
	6	36	I	СТ
	7	23	I	КС

Январь

	ч	м		
20	1	27	I	НЗ
	4	32	I	КП
	14	50	II	ВТ
	16	25	II	НС
	17	44	II	СТ
	19	18	II	КС
	22	48	I	ВТ
	23	34	I	НС
21	1	04	I	СТ
	1	50	I	КС
	18	47	III	НЗ
	19	55	I	НЗ
	22	59	I	КП
22	1	23	III	КП
	9	56	II	НЗ
	14	17	II	КП
	17	16	I	ВТ
	18	01	I	НС
	19	32	I	СТ
	20	16	I	КС
23	14	23	I	НЗ
	17	25	I	КП
24	4	08	II	ВТ
	5	35	II	НС
	7	02	II	СТ
	8	28	II	КС
	11	44	I	ВТ
	12	27	I	НС
	14	01	I	СТ
	14	42	I	КС
25	2	42	IV	ВТ
	7	08	IV	СТ
	8	46	III	ВТ
	8	52	I	НЗ
	9	27	IV	НС
	11	37	III	НС
	11	51	I	КП
	12	19	III	СТ
	13	18	IV	КС
	15	03	III	КС
	23	14	II	НЗ
26	3	26	II	КП
	6	13	I	ВТ
	6	53	I	НС
	8	29	I	СТ
	9	09	I	КС

Январь

	ч	м		
27	3	20	I	НЗ
	6	18	I	КП
	17	25	II	ВТ
	18	44	II	НС
	20	19	II	СТ
	21	37	II	КС
28	0	41	I	ВТ
	1	19	I	НС
	2	57	I	СТ
	3	35	I	КС
	21	49	I	НЗ
	22	46	III	НЗ
29	0	44	I	КП
	4	47	III	КП
	12	31	II	НЗ
	16	34	II	КП
	19	09	I	ВТ
	19	46	I	НС
	21	26	I	СТ
	22	01	I	КС
30	16	17	I	НЗ
	19	10	I	КП
31	6	43	II	ВТ
	7	53	II	НС
	9	38	II	СТ
	10	46	II	КС
	13	38	I	ВТ
	14	12	I	НС
	15	54	I	СТ
	16	27	I	КС

—

Февраль

1	10	46	I	НЗ
	12	44	III	ВТ
	13	36	I	КП
	14	59	III	НС
	16	17	III	СТ
	18	25	III	КС
2	1	48	II	НЗ
	5	42	II	КП
	8	06	I	ВТ
	8	38	I	НС
	10	22	I	СТ
	10	53	I	КС

Февраль

	ч	м		
2	11	30	IV	НЗ
	15	53	IV	КЗ
	16	48	IV	НП
	20	35	IV	КП
3	5	14	I	НЗ
	8	03	I	КП
	20	01	II	ВТ
	21	01	II	НС
	22	55	II	СТ
	23	55	II	КС
4	2	34	I	ВТ
	3	04	I	НС
	4	51	I	СТ
	5	19	I	КС
	23	43	I	НЗ
5	2	29	I	КП
	2	44	III	НЗ
	8	08	III	КП
	15	05	II	НЗ
	18	49	II	КП
	21	03	I	ВТ
	21	30	I	НС
	23	19	I	СТ
	23	45	I	КС
6	18	11	I	НЗ
	20	55	I	КП
7	9	19	II	ВТ
	10	10	II	НС
	12	14	II	СТ
	13	03	II	КС
	15	31	I	ВТ
	15	56	I	НС
	17	47	I	СТ
	18	11	I	КС
8	12	40	I	НЗ
	15	21	I	КП
	16	41	III	ВТ
	18	18	III	НС
	20	15	III	СТ
	21	44	III	КС
9	4	22	II	НЗ
	7	56	II	КП
	10	00	I	ВТ
	10	22	I	НС
	12	16	I	СТ
	12	37	I	КС

Февраль

	ч	м		
10	7	08	I	НЗ
	9	47	I	КП
	20	40	IV	ВТ
	22	36	II	ВТ
	23	17	II	НС
11	0	00	IV	НС
	1	03	IV	СТ
	1	31	II	СТ
	2	11	II	КС
	6	44	I	СТ
	7	03	I	КС
12	1	37	I	НЗ
	6	43	III	НЗ
	11	26	III	КП
	17	39	II	НЗ
	21	03	II	КП
	22	56	I	ВТ
	23	14	I	НС
13	1	13	I	СТ
	1	29	I	КС
	20	05	I	НЗ
	22	39	I	КП
14	11	55	II	ВТ
	12	25	II	НС
	14	50	II	СТ
	15	19	II	КС
	17	25	I	ВТ
	17	39	I	НС
	19	41	I	СТ
	19	55	I	КС
15	14	34	I	НЗ
	17	05	I	КП
	20	39	III	ВТ
	21	34	III	НС
16	0	12	III	СТ
	1	01	III	КС
	6	56	II	НЗ
	10	10	II	КП
	11	53	I	ВТ
	12	05	I	НС
	14	09	I	СТ
	14	21	I	КС
17	9	02	I	НЗ
	11	31	I	КП
18	1	12	II	ВТ
	1	33	II	НС

Февраль

	ч	м		
18	6	22	I	ВТ
	6	31	I	НС
	8	38	I	СТ
	8	47	I	КС
19	3	31	I	НЗ
	5	31	IV	НЗ
	5	57	I	КП
	10	41	III	НЗ
	10	52	IV	КП
	14	42	III	КП
	20	13	II	НЗ
	23	17	II	КП
20	0	50	I	ВТ
	0	57	I	НС
	3	06	I	СТ
	3	13	I	КС
	21	59	I	НЗ
21	0	23	I	КП
	14	31	II	ВТ
	14	40	II	НС
	17	26	II	СТ
	17	34	II	КС
	19	18	I	ВТ
	19	23	I	НС
	21	35	I	СТ
	21	38	I	КС
22	16	28	I	НЗ
	18	49	I	КП
23	0	38	III	ВТ
	0	50	III	НС
	9	30	II	НЗ
	12	23	II	КП
	13	47	I	ВТ
	13	49	I	НС
	16	03	I	СТ
	16	04	I	КС
24	10	56	I	НЗ
	13	15	I	КП
25	6	42	II	КС
	6	44	II	СТ
	8	15	I	НС
	8	15	I	ВТ
	10	30	I	КС
	10	31	I	СТ
26	7	43	I	КЗ
	14	30	III	НП

Февраль

	ч	м		
26	18	12	III	КЗ
	22	41	II	НП
27	1	37	II	КЗ
	2	41	I	НС
	2	44	I	ВТ
	14	09	IV	НС
	14	39	IV	ВТ
	18	06	IV	КС
	18	57	IV	СТ
	23	49	I	НП
28	2	12	I	КЗ
	16	55	II	НС
	17	07	II	ВТ
	19	50	II	КС
	20	03	II	СТ
	21	06	I	НС
	21	12	I	ВТ
	23	22	I	КС
	23	28	I	СТ
29	18	15	I	НП
	20	40	I	КЗ

—

Март

1	7	33	III	КС
	8	09	III	СТ
	11	48	II	НП
	14	54	II	КЗ
	15	32	I	НС
	15	41	I	ВТ
	17	48	I	КС
	17	57	I	СТ
2	12	41	I	НП
	15	09	I	КЗ
3	6	03	II	НС
	6	25	II	ВТ
	8	57	II	КС
	9	21	II	СТ
	9	58	I	НС
	10	09	I	ВТ
	12	14	I	КС
	12	25	I	СТ
4	7	07	I	НП
	9	38	I	КЗ

Март

	ч	м		
4	17	46	III	НП
	22	10	III	КЗ
5	0	54	II	НП
	6	40	I	КС
	6	54	I	СТ
6	1	33	I	НП
	19	11	II	НС
	19	44	II	ВТ
	21	04	IV	НП
	22	05	II	КС
	22	39	II	СТ
	22	50	I	НС
	23	06	I	ВТ
7	1	06	I	КС
	1	22	I	СТ
	19	59	I	НП
	22	35	I	КЗ
8	7	22	III	НС
	8	35	III	ВТ
	10	50	III	КС
	12	07	III	СТ
	14	01	II	НП
	17	16	I	НС
	17	28	II	КЗ
	17	35	I	ВТ
	19	32	I	КС
	19	51	I	СТ
9	14	25	I	НП
	17	04	I	КЗ
10	8	19	II	НС
	9	02	II	ВТ
	11	13	II	КС
	11	42	I	НС
	11	57	II	СТ
	12	03	I	ВТ
	13	58	I	КС
	14	19	I	СТ
11	8	52	I	НП
	11	32	I	КЗ
	21	03	III	НП
12	2	09	III	КЗ
	6	32	I	ВТ
	6	45	II	КЗ
	8	24	I	КС
	8	48	I	СТ

Март

	ч	м		
13	21	28	II	НС
	22	21	II	ВТ
14	0	22	II	КС
	0	34	I	НС
	1	00	I	ВТ
	1	16	II	СТ
	21	44	I	НП
15	0	30	I	КЗ
	8	26	IV	КС
	8	39	IV	ВТ
	10	40	III	НС
	12	34	III	ВТ
	12	52	IV	СТ
	14	09	III	КС
	16	05	III	СТ
	16	16	II	НП
	19	01	I	НС
	19	29	I	ВТ
	20	02	II	КЗ
	21	16	I	КС
	21	45	I	СТ
16	16	10	I	НП
	18	58	I	КЗ
17	10	36	II	НС
	11	39	II	ВТ
	13	27	I	НС
	13	31	II	КС
	13	57	I	ВТ
	14	34	II	СТ
	15	42	I	КС
	16	13	I	СТ
18	10	37	I	НП
	13	27	I	КЗ
19	0	23	III	НП
	7	53	I	НС
	8	26	I	ВТ
	9	19	II	КЗ
	10	09	I	КС
	10	42	I	СТ
20	7	56	I	КЗ
	23	45	II	НС
21	0	58	II	ВТ
	2	19	I	НС
	23	29	I	НП

Март

	ч	м		
22	2	25	I	КЗ
	14	01	III	НС
	16	32	III	ВТ
	17	30	III	КС
	18	32	II	НП
	20	03	III	СТ
	20	46	I	НС
	21	23	I	ВТ
	22	36	II	КЗ
	23	01	I	КС
	23	39	I	СТ
23	11	26	IV	НП
	15	31	IV	КП
	17	37	IV	НЗ
	17	56	I	НП
	20	53	I	КЗ
	21	44	IV	КЗ
24	12	55	II	НС
	14	16	II	ВТ
	15	12	I	НС
	15	49	II	КС
	15	52	I	ВТ
	17	11	II	СТ
	17	28	I	КС
	18	07	I	СТ
25	12	22	I	НП
	15	22	I	КЗ
26	7	40	II	НП
	9	39	I	НС
	10	07	III	КЗ
	10	20	I	ВТ
	11	53	II	КЗ
	11	54	I	КС
	12	36	I	СТ
27	6	49	I	НП
	9	51	I	КЗ
28	6	30	II	СТ
	7	04	I	СТ
29	17	25	III	НС
	20	31	III	ВТ
	20	50	II	НП
	20	55	III	КС
	22	32	I	НС
	23	17	I	ВТ

Март

	ч	м		
30	0	01	III	СТ
	0	47	I	КС
	1	10	II	КЗ
	1	33	I	СТ
	19	42	I	НП
	22	48	I	КЗ
31	15	15	II	НС
	16	53	II	ВТ
	16	59	I	НС
	17	46	I	ВТ
	18	10	II	КС
	19	08	IV	НС
	19	14	I	КС
	19	48	II	СТ
	20	01	I	СТ
	23	18	IV	КС

—

Апрель

	ч	м		
1	14	09	I	НП
	17	17	I	КЗ
2	7	13	III	НП
	9	59	II	НП
	11	25	I	НС
	12	15	I	ВТ
	13	41	I	КС
	14	06	III	КЗ
	14	27	II	КЗ
	14	30	I	СТ
3	8	36	I	НП
	11	46	I	КЗ
4	7	21	II	КС
	8	07	I	КС
	8	58	I	СТ
	9	07	II	СТ
5	20	53	III	НС
	23	09	II	НП
6	0	19	I	НС
	0	23	III	КС
	0	30	III	ВТ
	1	12	I	ВТ
	21	30	I	НП
7	0	43	I	КЗ
	17	38	II	НС
	18	46	I	НС

Апрель

	ч	м		
7	19	31	II	ВТ
	19	40	I	ВТ
	20	33	II	КС
	21	01	I	КС
	21	56	I	СТ
	22	25	II	СТ
8	15	57	I	НП
	19	12	I	КЗ
9	10	43	III	НП
	11	40	IV	НЗ
	12	20	II	НП
	13	13	I	НС
	14	09	I	ВТ
	14	15	III	КП
	14	34	III	НЗ
	15	28	I	КС
	15	42	IV	КЗ
	16	24	I	СТ
	17	01	II	КЗ
	18	04	III	КЗ
10	10	24	I	НП
	13	41	I	КЗ
11	8	38	I	ВТ
	8	50	II	ВТ
	9	45	II	КС
	9	55	I	КС
	10	53	I	СТ
	11	44	II	СТ
12	8	10	I	КЗ
13	0	26	III	НС
	23	19	I	НП
14	20	03	II	НС
	20	35	I	НС
	21	35	I	ВТ
	22	08	II	ВТ
	22	50	I	КС
	22	58	II	КС
	23	50	I	СТ
15	17	46	I	НП
	21	07	I	КЗ
16	14	17	III	НП
	14	42	II	НП
	15	02	I	НС
	16	04	I	ВТ
	17	17	I	КС
	17	49	III	КП

Апрель

	ч	м		
16	18	18	I	СТ
	18	33	III	НЗ
	19	36	II	КЗ
	22	03	III	КЗ
17	10	43	IV	НС
	12	14	I	НП
	14	58	IV	КС
	15	36	I	КЗ
	20	41	IV	ВТ
18	0	42	IV	СТ
	9	16	II	НС
	9	29	I	НС
	10	32	I	ВТ
	11	27	II	ВТ
	11	44	I	КС
	12	11	II	КС
	12	47	I	СТ
	14	21	II	СТ
19	10	05	I	КЗ
20	8	29	III	ВТ
	8	53	II	КЗ
	11	56	III	СТ
21	22	24	I	НС
	22	30	II	НС
	23	30	I	ВТ
22	0	39	I	КС
	0	46	II	ВТ
	19	36	I	НП
	23	02	I	КЗ
23	16	52	I	НС
	17	07	II	НП
	17	57	III	НП
	17	58	I	ВТ
	19	07	I	КС
	20	13	I	СТ
	21	29	III	КП
	22	10	II	КЗ
	22	33	III	НЗ
24	14	04	I	НП
	17	31	I	КЗ
25	11	19	I	НС
	11	45	II	НС
	12	27	I	ВТ
	13	34	I	КС
	14	05	II	ВТ
	14	39	II	КС

Апрель

	ч	м		
25	14	42	I	СТ
	16	58	II	СТ
	18	32	IV	НП
	22	49	IV	КП
26	8	32	I	НП
	9	41	IV	КЗ
	12	00	I	КЗ
27	9	10	I	СТ
	11	16	III	КС
	11	27	II	КЗ
	12	28	III	ВТ
	15	55	III	СТ
29	21	28	I	НП
30	18	43	I	НС
	19	34	II	НП
	19	53	I	ВТ
	20	58	I	КС
	21	41	III	НП
	22	07	I	СТ

—

Май

	ч	м		
1	15	56	I	НП
	19	26	I	КЗ
2	13	11	I	НС
	14	15	II	НС
	14	22	I	ВТ
	15	26	I	КС
	16	36	I	СТ
	16	42	II	ВТ
	17	10	II	КС
	19	36	II	СТ
3	10	24	I	НП
	13	55	I	КЗ
4	8	49	II	НП
	8	50	I	ВТ
	9	54	I	КС
	11	05	I	СТ
	11	31	III	НС
	14	02	II	КЗ
	14	43	IV	ВТ
	15	02	III	КС
	16	27	III	ВТ

Май

	ч	м		
4	18	37	IV	СТ
	19	53	III	СТ
5	8	24	I	КЗ
6	8	54	II	СТ
	23	20	I	НП
7	20	35	I	НС
	21	47	I	ВТ
	22	04	II	НП
	22	50	I	КС
8	10	01	III	КЗ
	17	49	I	НП
	21	21	I	КЗ
9	15	03	I	НС
	16	16	I	ВТ
	16	48	II	НС
	17	18	I	КС
	18	31	I	СТ
	19	20	II	ВТ
	19	43	II	КС
	22	13	II	СТ
10	12	17	I	НП
	15	50	I	КЗ
11	9	31	I	НС
	10	45	I	ВТ
	11	19	II	НП
	11	46	I	КС
	12	59	I	СТ
	15	21	III	НС
	16	36	II	КЗ
	18	52	III	КС
	20	26	III	ВТ
12	10	19	I	КЗ
	11	31	IV	НП
	15	51	IV	КП
13	8	59	II	КС
	11	31	II	СТ
14	22	28	I	НС
15	8	57	III	КП
	10	32	III	НЗ
	14	00	III	КЗ
	19	42	I	НП
16	16	56	I	НС
	18	11	I	ВТ
	19	11	I	КС
	19	23	II	НС

Май

	ч	м		
16	20	25	I	СТ
	21	57	II	ВТ
	22	17	II	КС
17	14	11	I	НП
	17	45	I	КЗ
18	11	25	I	НС
	12	40	I	ВТ
	13	40	I	КС
	13	52	II	НП
	14	54	I	СТ
	19	11	II	КЗ
	19	16	III	НС
	22	47	III	КС
19	12	14	I	КЗ
20	9	23	I	СТ
	11	16	II	ВТ
	11	35	II	КС
	14	08	II	СТ
	20	41	IV	НС
21	12	33	IV	СТ
22	8	29	II	КЗ
	9	21	III	НП
	12	54	III	КП
	14	32	III	НЗ
	17	59	III	КЗ
	21	37	I	НП
23	18	51	I	НС
	20	06	I	ВТ
	21	06	I	КС
	22	00	II	НС
	22	20	I	СТ
24	16	06	I	НП
	19	41	I	КЗ
25	13	20	I	НС
	14	34	I	ВТ
	15	34	I	КС
	16	26	II	НП
	16	49	I	СТ
	21	46	II	КЗ
26	10	35	I	НП
	14	09	I	КЗ
27	9	03	I	ВТ
	10	03	I	КС
	11	17	I	СТ
	11	19	II	НС

Май

	ч	м		
27	13	53	II	ВТ
	14	13	II	КС
	16	45	II	СТ
29	9	47	IV	КП
	11	04	II	КЗ
	13	21	III	НП
	16	55	III	КП
	17	54	IV	НЗ
	18	31	III	НЗ
	21	36	IV	КЗ
	21	58	III	КЗ
30	20	46	I	НС
	22	00	I	ВТ
31	18	02	I	НП
	21	36	I	КЗ

—

Июнь

	ч	м		
1	15	15	I	НС
	16	29	I	ВТ
	17	30	I	КС
	18	43	I	СТ
	19	02	II	НП
2	11	49	III	СТ
	12	31	I	НП
	16	05	I	КЗ
3	9	44	I	НС
	10	58	I	ВТ
	11	59	I	КС
	13	12	I	СТ
	13	58	II	НС
	16	31	II	ВТ
	16	52	II	КС
	19	22	II	СТ
4	10	33	I	КЗ
5	13	39	II	КЗ
	17	25	III	НП
	20	59	III	КП
6	14	58	IV	НС
	19	17	IV	КС
	22	42	I	НС
7	19	59	I	НП
8	17	11	I	НС
	18	24	I	ВТ

Июнь

	ч	м		
8	19	26	I	КС
	20	38	I	СТ
	21	40	II	НП
9	10	55	III	КС
	12	24	III	ВТ
	14	28	I	НП
	15	48	III	СТ
	18	00	I	КЗ
10	11	40	I	НС
	12	52	I	ВТ
	13	56	I	КС
	15	07	I	СТ
	16	39	II	НС
	19	08	II	ВТ
	19	33	II	КС
	21	59	II	СТ
11	12	29	I	КЗ
12	9	36	I	СТ
	11	00	II	НП
	16	14	II	КЗ
	21	33	III	НП
14	11	18	II	СТ
15	11	59	IV	НЗ
	15	33	IV	КЗ
	19	08	I	НС
	20	18	I	ВТ
	21	24	I	КС
16	11	33	III	НС
	15	05	III	КС
	16	23	III	ВТ
	16	26	I	НП
	19	47	III	СТ
	19	55	I	КЗ
17	13	38	I	НС
	14	47	I	ВТ
	15	53	I	КС
	17	02	I	СТ
	19	22	II	НС
18	10	56	I	НП
	14	24	I	КЗ
19	10	22	I	КС
	11	31	I	СТ
	13	41	II	НП
	18	49	II	КЗ
20	9	55	III	КЗ

Июнь

	ч	м		
21	11	04	II	ВТ
	11	37	II	КС
	13	55	II	СТ
23	9	57	IV	НС
	14	14	IV	КС
	15	45	III	НС
	18	25	I	НП
	19	16	III	КС
	20	22	III	ВТ
	20	49	IV	ВТ
24	15	35	I	НС
	16	42	I	ВТ
	17	51	I	КС
	18	57	I	СТ
25	12	54	I	НП
	16	19	I	КЗ
26	10	05	I	НС
	11	10	I	ВТ
	12	21	I	КС
	13	25	I	СТ
	16	23	II	НП
27	10	30	III	НЗ
	10	47	I	КЗ
	13	54	III	КЗ
28	11	28	II	НС
	13	40	II	ВТ
	14	21	II	КС
	16	31	II	СТ
30	10	42	II	КЗ
	20	00	III	НС
	20	24	I	НП

—

Июль

	ч	м		
1	17	34	I	НС
	18	37	I	ВТ
	19	32	IV	НП
	19	50	I	КС
2	14	53	I	НП
	18	13	I	КЗ
3	12	04	I	НС
	13	05	I	ВТ
	14	19	I	КС

Июль

	ч	м		
3	15	20	I	СТ
	19	06	II	НП
4	10	15	III	НП
	12	42	I	КЗ
	13	48	III	КП
	14	29	III	НЗ
	17	53	III	КЗ
5	14	13	II	НС
	16	17	II	ВТ
	17	06	II	КС
	19	07	II	СТ
7	13	17	II	КЗ
8	19	33	I	НС
9	16	53	I	НП
10	14	03	I	НС
	14	51	IV	ВТ
	15	00	I	ВТ
	16	19	I	КС
	17	15	I	СТ
	18	18	IV	СТ
11	11	23	I	НП
	14	34	III	НП
	14	37	I	КЗ
	18	06	III	КП
	18	28	III	НЗ
12	10	49	I	КС
	11	44	I	СТ
	17	00	II	НС
	18	53	II	ВТ
	19	52	II	КС
14	11	12	II	НП
	15	53	II	КЗ
15	11	41	III	СТ
16	11	01	II	СТ
	18	53	I	НП
17	16	02	I	НС
	16	55	I	ВТ
	18	18	I	КС
	19	10	I	СТ
18	13	23	I	НП
	15	27	IV	НП
	16	32	I	КЗ
	18	54	III	НП
	19	34	IV	КП
19	10	32	I	НС
	11	23	I	ВТ

Июль

	ч	м		
19	12	48	I	КС
	13	39	I	СТ
	19	46	II	НС
20	11	00	I	КЗ
21	13	58	II	НП
	18	29	II	КЗ
22	12	20	III	ВТ
	12	28	III	КС
	15	41	III	СТ
23	10	47	II	ВТ
	12	02	II	КС
	13	37	II	СТ
24	18	02	I	НС
	18	49	I	ВТ
25	15	23	I	НП
	18	26	I	КЗ
26	12	32	I	НС
	13	18	I	ВТ
	14	49	I	КС
	15	33	I	СТ
27	9	53	I	НП
	12	12	IV	СТ
	12	55	I	КЗ
28	10	02	I	СТ
	16	45	II	НП
29	13	20	III	НС
	16	19	III	ВТ
	16	50	III	КС
	19	39	III	СТ
30	11	58	II	НС
	13	23	II	ВТ
	14	49	II	КС
	16	12	II	СТ

—

Октябрь

	ч	м		
1	0	47	I	КП
	19	24	I	ВТ
	19	42	I	НС
	21	41	I	СТ
	21	59	I	КС
2	16	43	I	НЗ
	19	17	I	КП

Октябрь

	ч	м		
3	16	09	I	СТ
	16	29	I	КС
5	18	12	III	НЗ
	22	59	III	КП
6	1	53	II	ВТ
	2	37	II	НС
7	20	13	II	НЗ
	23	54	II	КП
8	0	08	I	НЗ
	2	47	I	КП
	21	18	I	ВТ
	21	43	I	НС
	23	35	I	СТ
9	0	00	I	КС
	17	54	II	СТ
	18	37	I	НЗ
	18	45	II	КС
	21	17	I	КП
10	16	14	I	НС
	18	03	I	СТ
	18	30	I	КС
	18	31	IV	НЗ
	20	53	IV	КЗ
	22	44	IV	НП
11	1	18	IV	КП
12	22	10	III	НЗ
14	22	49	II	НЗ
15	2	02	I	НЗ
	2	43	II	КП
	23	13	I	ВТ
	23	44	I	НС
16	1	29	I	СТ
	2	00	I	КС
	17	29	III	КС
	17	43	II	ВТ
	18	47	II	НС
	20	28	II	СТ
	20	30	I	НЗ
	21	31	II	КС
	23	17	I	КП
17	17	41	I	ВТ
	18	14	I	НС
	19	57	I	СТ
	20	30	I	КС
18	16	08	II	КП
	17	47	I	КП

Октябрь

	ч	м		
19	3	01	IV	ВТ
	15	00	I	КС
20	2	08	III	НЗ
22	1	25	II	НЗ
23	1	07	I	ВТ
	1	45	I	НС
	3	22	I	СТ
	16	03	III	ВТ
	18	40	III	НС
	19	15	III	СТ
	20	16	II	ВТ
	21	33	II	НС
	21	52	III	КС
	22	23	I	НЗ
	23	01	II	СТ
24	0	16	II	КС
	1	16	I	КП
	19	35	I	ВТ
	20	15	I	НС
	21	51	I	СТ
	22	30	I	КС
25	16	52	I	НЗ
	18	57	II	КП
	19	46	I	КП
26	16	19	I	СТ
	17	00	I	КС
27	19	28	IV	НП
	21	20	IV	КП
29	4	01	II	НЗ
30	3	01	I	ВТ
	3	45	I	НС
	20	02	III	ВТ
	22	50	II	ВТ
	23	04	III	НС
	23	13	III	СТ
31	0	17	I	НЗ
	0	18	II	НС
	1	34	II	СТ
	2	14	III	КС
	3	01	II	КС
	3	15	I	КП
	21	29	I	ВТ
	22	14	I	НС
	23	45	I	СТ
		—		

Ноябрь

	ч	м		
1	0	30	I	КС
	17	20	II	НЗ
	18	45	I	НЗ
	21	45	I	КП
	21	45	II	КП
2	15	57	I	ВТ
	16	44	I	НС
	18	13	I	СТ
	19	00	I	КС
3	14	50	I	СТ
	16	15	I	КП
	16	23	II	КС
	16	27	III	КП
4	21	02	IV	ВТ
	23	16	IV	СТ
7	0	00	III	ВТ
	1	23	II	ВТ
	2	10	I	НЗ
	3	02	II	НС
	3	10	III	СТ
	3	26	III	НС
	4	06	II	СТ
	23	23	I	ВТ
8	0	14	I	НС
	1	38	I	СТ
	2	29	I	КС
	19	56	II	НЗ
	20	38	I	НЗ
	23	43	I	КП
9	0	32	II	КП
	17	51	I	ВТ
	18	44	I	НС
	20	07	I	СТ
	20	59	I	КС
10	14	00	III	НЗ
	14	40	II	ВТ
	15	06	I	НЗ
	16	24	II	НС
	17	12	III	КЗ
	17	23	II	СТ
	17	37	III	НП
	18	13	I	КП
	19	06	II	КС
	20	45	III	КП
11	14	35	I	СТ
	15	29	I	КС

Ноябрь

	ч	м		
13	16	10	IV	НП
	16	44	IV	КП
14	3	56	II	ВТ
	3	58	III	ВТ
	4	03	I	НЗ
15	1	17	I	ВТ
	2	13	I	НС
	3	32	I	СТ
	4	28	I	КС
	22	31	I	НЗ
	22	32	II	НЗ
16	1	41	I	КП
	3	17	II	КП
	19	45	I	ВТ
	20	43	I	НС
	22	00	I	СТ
	22	57	I	КС
17	16	59	I	НЗ
	17	13	II	ВТ
	17	58	III	НЗ
	19	07	II	НС
	19	55	II	СТ
	20	11	I	КП
	21	09	III	КЗ
	21	48	II	КС
	21	55	III	НП
18	1	01	III	КП
	14	14	I	ВТ
	15	12	I	НС
	16	29	I	СТ
	17	27	I	КС
19	14	40	I	КП
	16	40	II	КП
21	15	04	IV	ВТ
	15	06	III	КС
	17	02	IV	СТ
22	3	10	I	ВТ
	4	11	I	НС
23	0	24	I	НЗ
	1	08	II	НЗ
	3	39	I	КП
	21	39	I	ВТ
	22	41	I	НС
	23	54	I	СТ

Ноябрь

	ч	м		
24	0	55	I	КС
	18	52	I	НЗ
	19	46	II	ВТ
	21	49	II	НС
	21	56	III	НЗ
	22	08	I	КП
	22	28	II	СТ
25	0	29	II	КС
	1	07	III	КЗ
	2	12	III	НП
	16	07	I	ВТ
	17	10	I	НС
	18	22	I	СТ
	19	25	I	КС
26	14	25	II	НЗ
	16	37	I	КП
	19	24	II	КП
28	15	02	III	СТ
	16	19	III	НС
	19	19	III	КС
29	5	04	I	ВТ
	6	09	I	НС
	7	19	I	СТ
	8	23	I	КС
30	0	48	IV	НЗ
	2	17	IV	КЗ
	2	17	I	НЗ
	3	43	II	НЗ
	5	35	I	КП
	23	33	I	ВТ

—

Декабрь

	ч	м		
1	0	38	I	НС
	1	47	I	СТ
	2	53	I	КС
	20	45	I	НЗ
	22	18	II	ВТ

Декабрь

	ч	м		
2	0	04	I	КП
	0	29	II	НС
	1	01	II	СТ
	1	54	III	НЗ
	3	09	II	КС
	5	03	III	КЗ
	6	26	III	НП
	9	27	III	КП
	18	01	I	ВТ
	19	08	I	НС
	20	16	I	СТ
	21	22	I	КС
3	15	13	I	НЗ
	17	01	II	НЗ
	18	33	I	КП
	22	06	II	КП
4	12	29	I	ВТ
	13	37	I	НС
	14	44	I	СТ
	15	51	I	КС
5	9	42	I	НЗ
	11	35	II	ВТ
	13	02	I	КП
	13	49	II	НС
	14	17	II	СТ
	15	52	III	ВТ
	16	28	II	КС
	18	59	III	СТ
	20	32	III	НС
	23	29	III	КС
6	6	58	I	ВТ
	8	06	I	НС
	9	13	I	СТ
	10	20	I	КС
7	4	10	I	НЗ
	6	19	II	НЗ
	7	31	I	КП
	11	27	II	КП
8	1	26	I	ВТ
	2	35	I	НС

Декабрь

	ч	м		
8	3	41	I	СТ
	4	49	I	КС
	9	06	IV	ВТ
	10	47	IV	СТ
	22	38	I	НЗ
9	0	51	II	ВТ
	2	00	I	КП
	3	08	II	НС
	3	33	II	СТ
	5	47	II	КС
	5	51	III	НЗ
	9	00	III	КЗ
	10	37	III	НП
	13	35	III	КП
	19	55	I	ВТ
	21	04	I	НС
	22	09	I	СТ
	23	18	I	КС
10	17	06	I	НЗ
	19	37	II	НЗ
	20	29	I	КП
11	0	47	II	КП
	14	23	I	ВТ
	15	33	I	НС
	16	38	I	СТ
	17	47	I	КС
12	11	34	I	НЗ
	14	08	II	ВТ
	14	58	I	КП
	16	28	II	НС
	16	50	II	СТ
	19	06	II	КС
	19	50	III	ВТ
	22	56	III	СТ
13	0	42	III	НС
	3	36	III	КС
	8	51	I	ВТ
	10	02	I	НС
	11	06	I	СТ
	12	16	I	КС

Декабрь

	ч	м		
14	6	03	I	НЗ
	8	55	II	НЗ
	9	27	I	КП
	14	07	II	КП
15	3	20	I	ВТ
	4	31	I	НС
	5	34	I	СТ
	6	45	I	КС
16	0	31	I	НЗ
	3	24	II	ВТ
	3	55	I	КП
	5	46	II	НС
	6	06	II	СТ
	8	24	II	КС
	9	48	III	НЗ
	12	56	III	КЗ
	14	44	III	НП
	17	40	III	КП
	18	57	IV	НЗ
	20	00	IV	КЗ
	21	48	I	ВТ
	23	00	I	НС
17	0	03	I	СТ
	1	13	I	КС
	18	59	I	НЗ
	22	13	II	НЗ
	22	24	I	КП
18	3	26	II	КП
	16	17	I	ВТ
	17	29	I	НС
	18	31	I	СТ
	19	42	I	КС
19	13	27	I	НЗ
	16	41	II	ВТ
	16	53	I	КП
	19	05	II	НС
	19	22	II	СТ
	21	43	II	КС
	23	48	III	ВТ

Декабрь

	ч	м		
20	2	53	III	СТ
	4	48	III	НС
	7	40	III	КС
	10	45	I	ВТ
	11	58	I	НС
	12	59	I	СТ
	14	11	I	КС
21	7	55	I	НЗ
	11	21	I	КП
	11	30	II	НЗ
	16	45	II	КП
22	5	13	I	ВТ
	6	26	I	НС
	7	28	I	СТ
	8	39	I	КС
23	2	24	I	НЗ
	5	50	I	КП
	5	57	II	ВТ
	8	22	II	НС
	8	39	II	СТ
	11	00	II	КС
	13	44	III	НЗ
	16	52	III	КС
	18	47	III	НП
	21	41	III	КП
	23	42	I	ВТ
24	0	55	I	НС
	1	56	I	СТ
	3	08	I	КС
	20	52	I	НЗ
25	0	18	I	КП
	0	48	II	НЗ
	3	10	IV	ВТ
	4	31	IV	СТ
	6	04	II	КП
	18	10	I	ВТ
	19	24	I	НС
	20	24	I	СТ
	21	36	I	КС

Декабрь

	ч	м		
26	15	20	I	НЗ
	18	46	I	КП
	19	14	II	ВТ
	21	40	II	НС
	21	55	II	СТ
27	0	17	II	КС
	3	46	III	ВТ
	6	50	III	СТ
	8	51	III	НС
	11	40	III	КС
	12	38	I	ВТ
	13	52	I	НС
	14	53	I	СТ
	16	05	I	КС
28	9	48	I	НЗ
	13	15	I	КП
	14	06	II	НЗ
	19	22	II	КП
29	7	07	I	ВТ
	8	21	I	НС
	9	21	I	СТ
	10	33	I	КС
30	14	16	I	НЗ
	7	43	I	КП
	8	30	II	ВТ
	10	56	II	НС
	11	11	II	СТ
	13	34	II	КС
	17	42	III	НЗ
	20	49	III	КЗ
	22	48	III	НП
31	1	35	I	ВТ
	1	39	III	КП
	2	49	I	НС
	3	49	I	СТ
	5	02	I	КС
	22	45	I	НЗ

МОМЕНТЫ ВЕРХНИХ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ГАЛИЛЕЕВЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА

I спутник (Ио)

Январь			Февраль			Март			Апрель			Май		
	ч	м		ч	м		ч	м		ч	м		ч	м
0	16	28	1	12	28	2	13	50	1	15	18	1	17	05
2	10	56	3	6	54	4	8	16	3	9	45	3	11	33
4	5	23	5	1	20	6	2	42	5	4	12	5	6	01
5	23	50	6	19	46	7	21	08	6	22	39	7	0	30
7	18	17	8	14	12	9	15	34	8	17	06	8	18	58
9	12	43	10	8	38	11	10	00	10	11	33	10	13	26
11	7	10	12	3	04	13	4	27	12	6	01	12	7	55
13	1	37	13	21	30	14	22	53	14	0	28	14	2	23
14	20	04	15	15	56	16	17	19	15	18	55	15	20	52
16	14	30	17	10	22	18	11	46	17	13	23	17	15	20
18	8	57	19	4	48	20	6	12	19	7	50	19	9	49
20	3	23	20	23	14	22	0	38	21	2	18	21	4	18
21	21	50	22	17	40	23	19	05	22	20	46	22	22	46
23	16	16	24	12	06	25	13	31	24	15	13	24	17	15
25	10	43	26	6	32	27	7	58	26	9	41	26	11	44
27	5	09	28	0	58	29	2	25	28	4	09	28	6	13
28	23	35	29	19	24	30	20	51	29	22	37	30	0	42
30	18	01	—			—			—			31	19	11

Июнь			Июль			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	ч	м		ч	м		ч	м		ч	м		ч	м
2	13	40	2	16	02	2	18	09	1	20	38	1	22	58
4	8	10	4	10	32	4	12	39	3	15	08	3	17	27
6	2	39	6	5	02	6	7	10	5	9	37	5	11	56
7	21	08	7	23	32	8	1	40	7	4	07	7	6	25
9	15	37	9	18	02	9	20	10	8	22	36	9	0	54
11	10	07	11	12	32	11	14	40	10	17	06	10	19	23
13	4	36	13	7	02	13	9	10	12	11	36	12	13	52
14	23	06	15	1	32	15	3	40	14	6	05	14	8	20
16	17	35	16	20	02	16	22	10	16	0	34	16	2	49
18	12	05	18	14	32	18	16	39	17	19	04	17	21	18
20	6	34	20	9	02	20	11	09	19	13	33	19	15	46
22	1	04	22	3	32	22	5	39	21	8	03	21	10	15
23	19	34	23	22	02	24	0	09	23	2	32	23	4	43
25	14	03	25	16	32	25	18	39	24	21	01	24	23	12
27	8	33	27	11	02	27	13	09	26	15	30	26	17	40
29	3	03	29	5	32	29	7	38	28	10	00	28	12	08
30	21	32	31	0	02	31	2	08	30	4	29	30	6	37

II спутник (Европа)

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
1 5 49	2 4 17	1 13 12	2 11 24	4 10 14
4 19 01	5 17 24	5 2 19	6 0 34	7 23 29
8 8 12	9 6 32	8 15 26	9 13 44	11 12 44
11 21 23	12 19 39	12 4 33	13 2 56	15 2 00
15 10 33	16 8 46	15 17 41	16 16 07	18 15 17
18 23 43	19 21 52	19 6 48	20 5 19	22 4 34
22 12 52	23 10 59	22 19 57	23 18 32	25 17 51
26 2 01	27 0 05	26 9 05	27 7 45	29 7 09
29 15 09	—	29 22 14	30 20 59	—

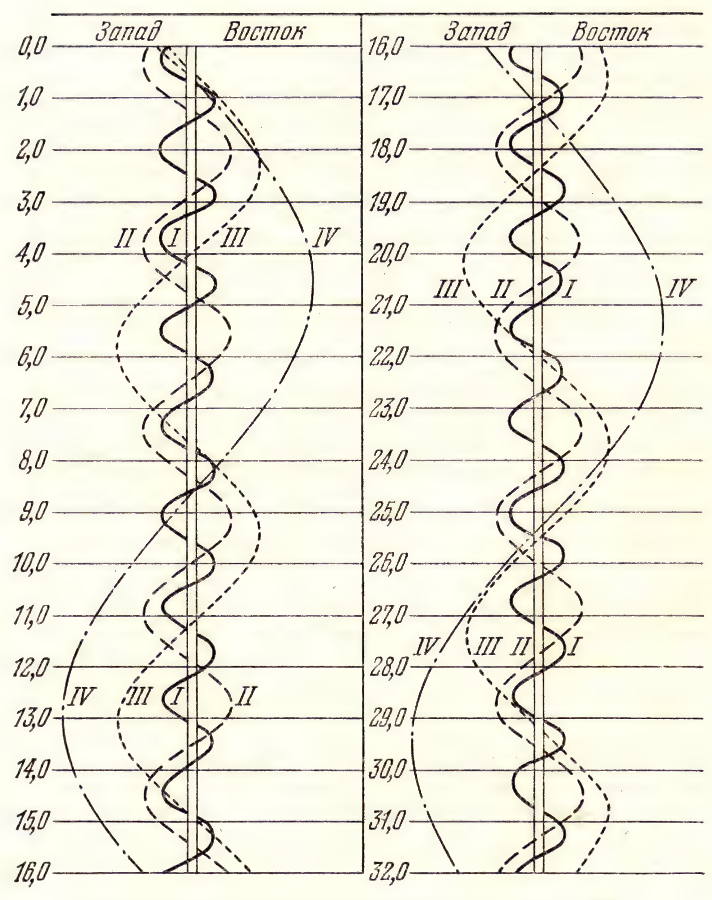
Июнь	Июль	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
1 20 27	3 20 31	4 9 03	1 20 20	3 20 43
5 9 46	7 9 53	7 22 28	5 9 43	7 10 04
8 23 06	10 23 16	11 11 53	8 23 07	10 23 25
12 12 26	14 12 38	15 1 18	12 12 30	14 12 45
16 1 45	18 2 01	18 14 43	16 1 53	18 2 04
19 15 06	21 15 24	22 4 07	19 15 16	21 15 23
23 4 27	25 4 48	25 17 32	23 4 38	25 4 42
26 17 48	28 18 11	29 6 55	26 18 00	28 18 00
30 7 09	—	—	30 7 22	—

III спутник (Ганимед)

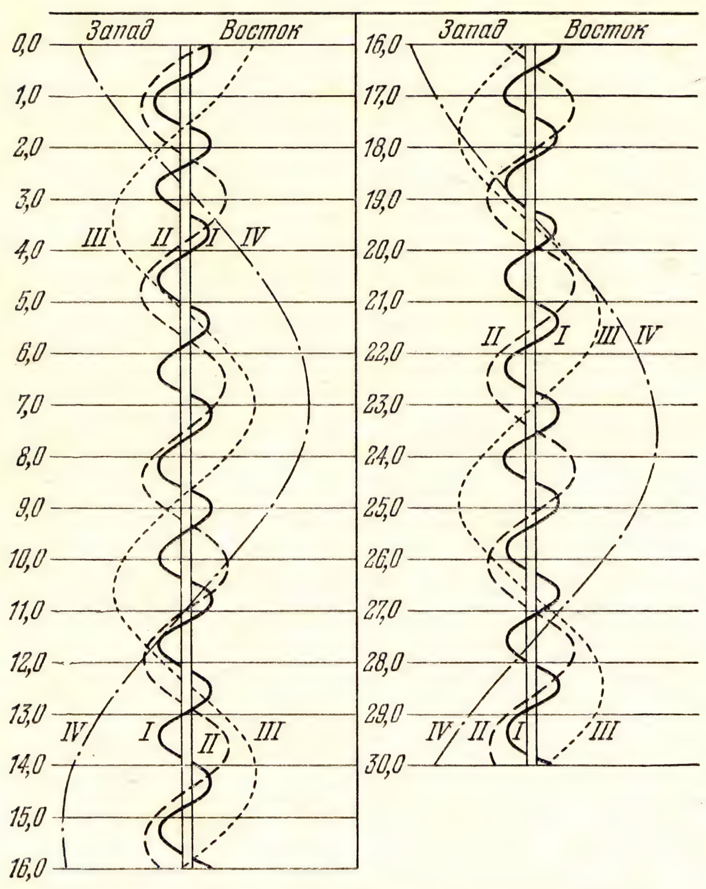
Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
0 13 04	5 6 24	4 19 30	2 8 58	8 3 17
7 16 40	12 9 42	11 22 48	9 12 29	15 7 10
14 20 12	19 12 58	19 2 08	16 16 03	22 11 07
21 23 39	26 16 14	26 5 32	23 19 43	29 15 08
29 3 04	—	—	30 23 27	—
Июнь	**Июль**	**Октябрь**	**Ноябрь**	**Декабрь**
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
5 19 12	4 12 02	5 21 19	3 14 51	2 7 57
12 23 20	11 16 20	13 1 44	10 19 11	9 12 06
20 3 31	18 20 40	20 6 08	17 23 28	16 16 12
27 7 46	26 1 01	27 10 31	25 3 44	23 20 14
—	—	—	—	31 0 13

IV спутник (Каллисто)

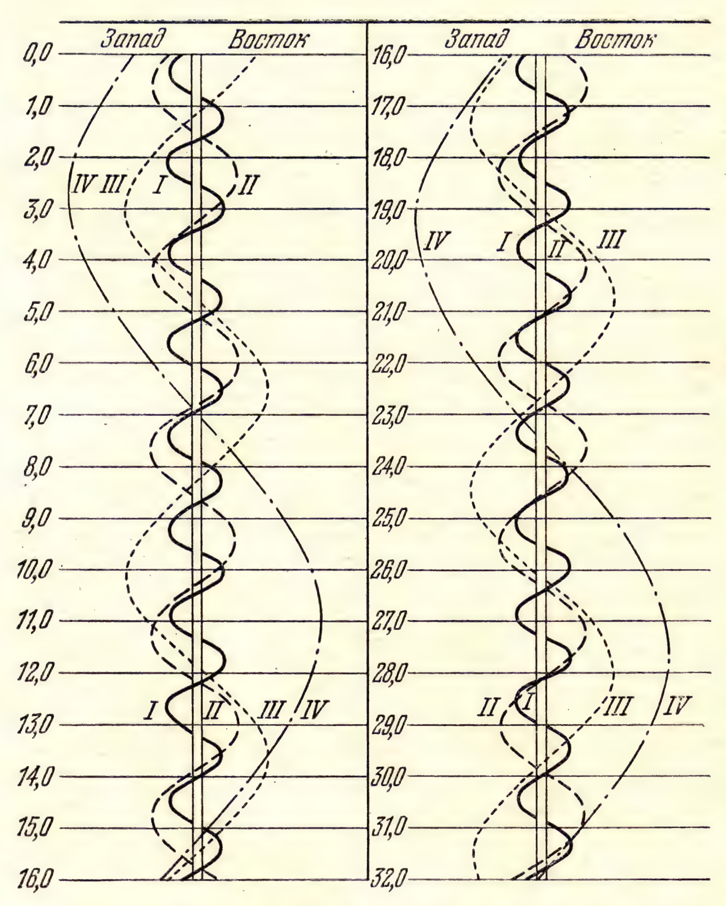
Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
0 12 09	2 18 41	6 23 03	9 4 37	12 13 41
17 3 52	19 8 56	23 13 28	25 20 40	29 7 37
Июнь	**Июль**	**Октябрь**	**Ноябрь**	**Декабрь**
ч м	ч м	ч м	ч м	ч м
15 2 19	1 21 40	11 0 01	13 16 27	17 7 00
—	18 17 30	27 20 24	30 12 01	—



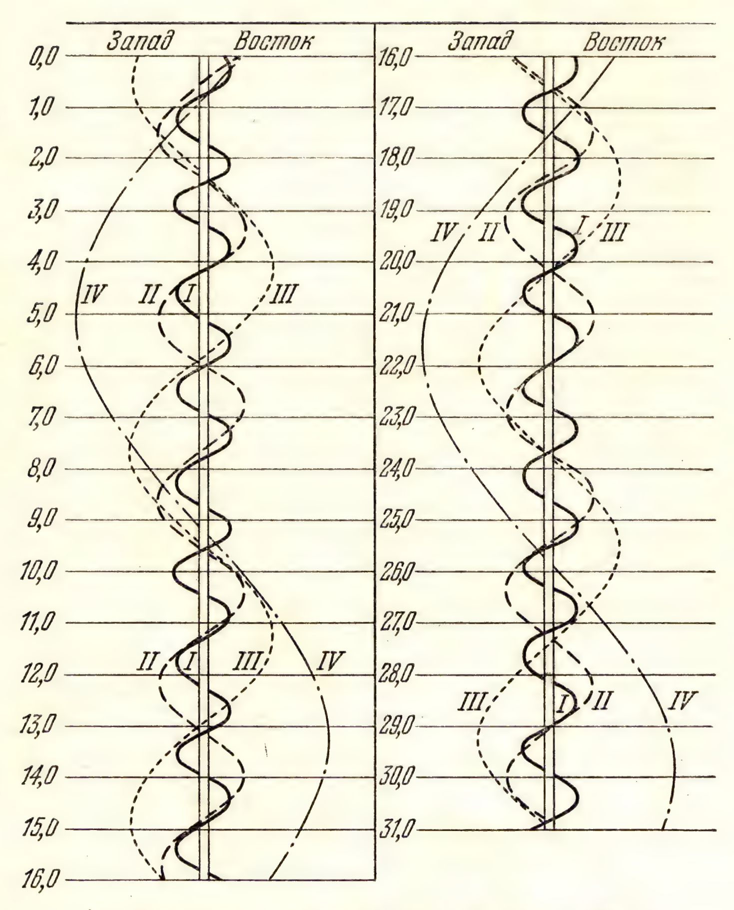
Конфигурации спутников Юпитера в январе 1980 г.



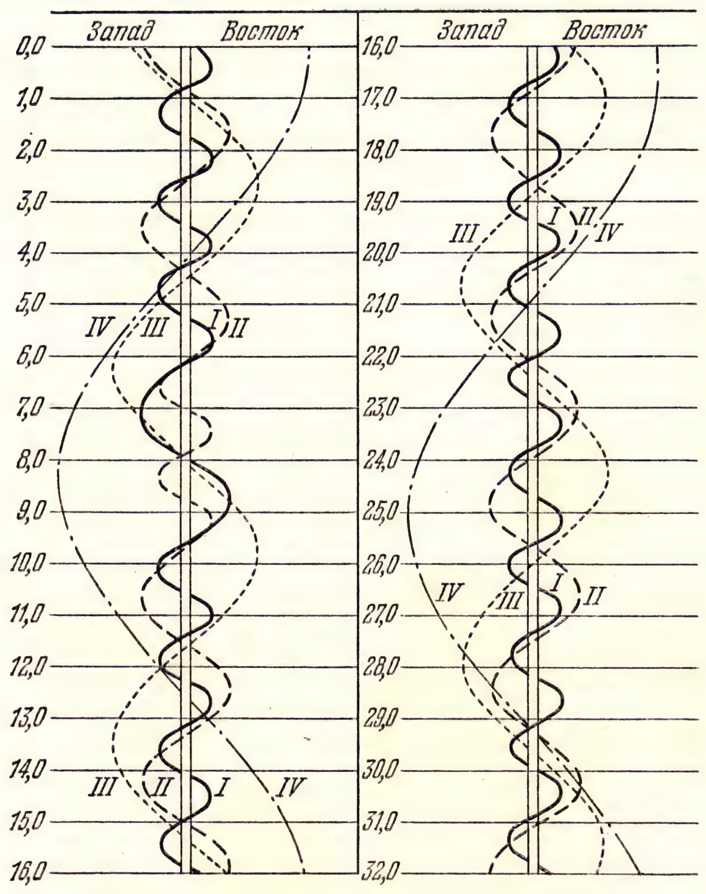
Конфигурации спутников Юпитера в феврале 1980 г.



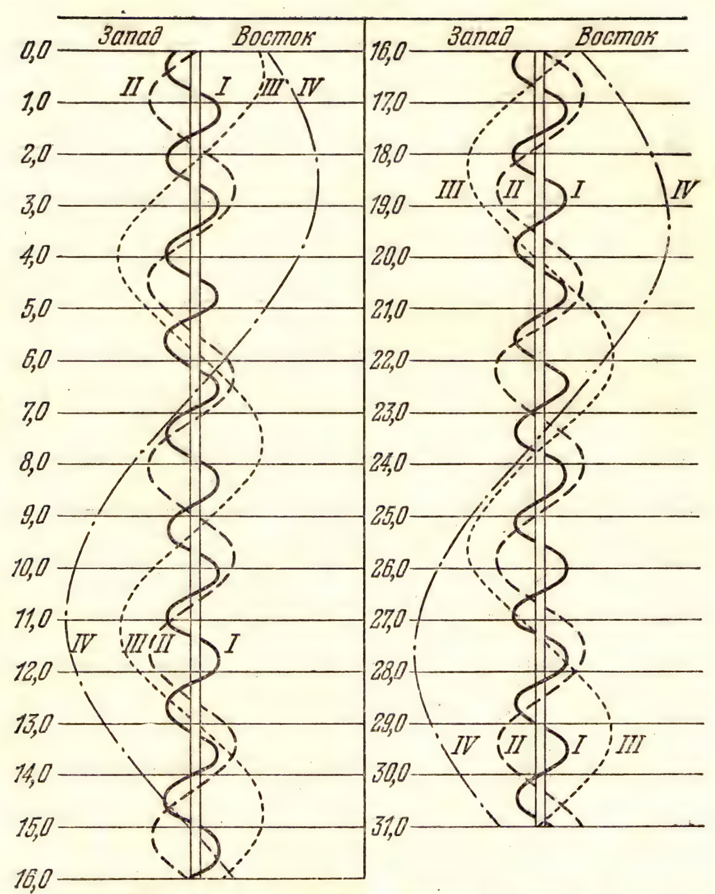
Конфигурации спутников Юпитера в марте 1980 г.



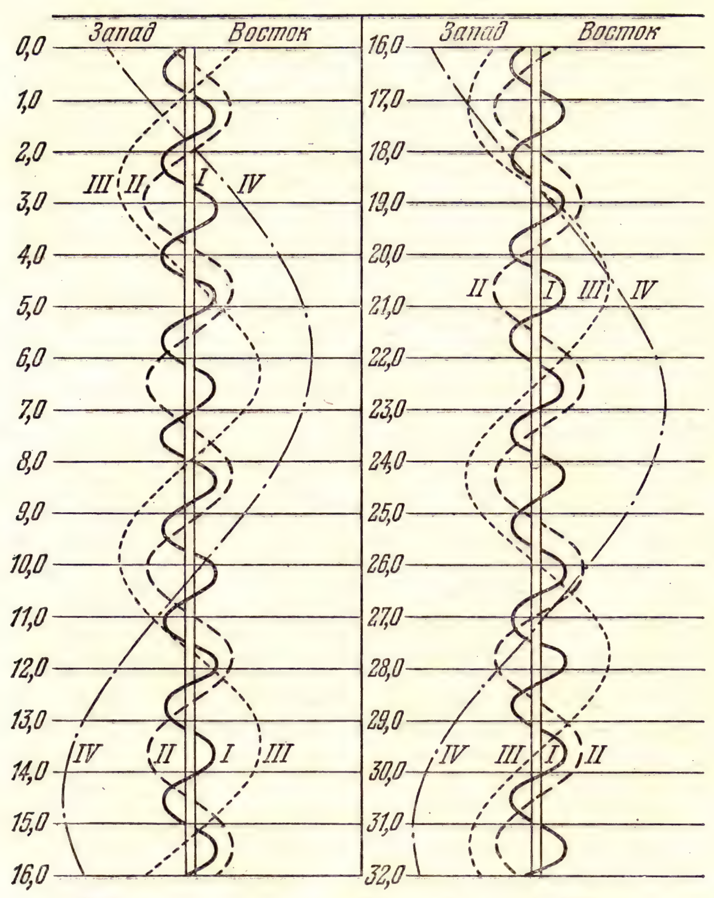
Конфигурации спутников Юпитера в апреле 1980 г.



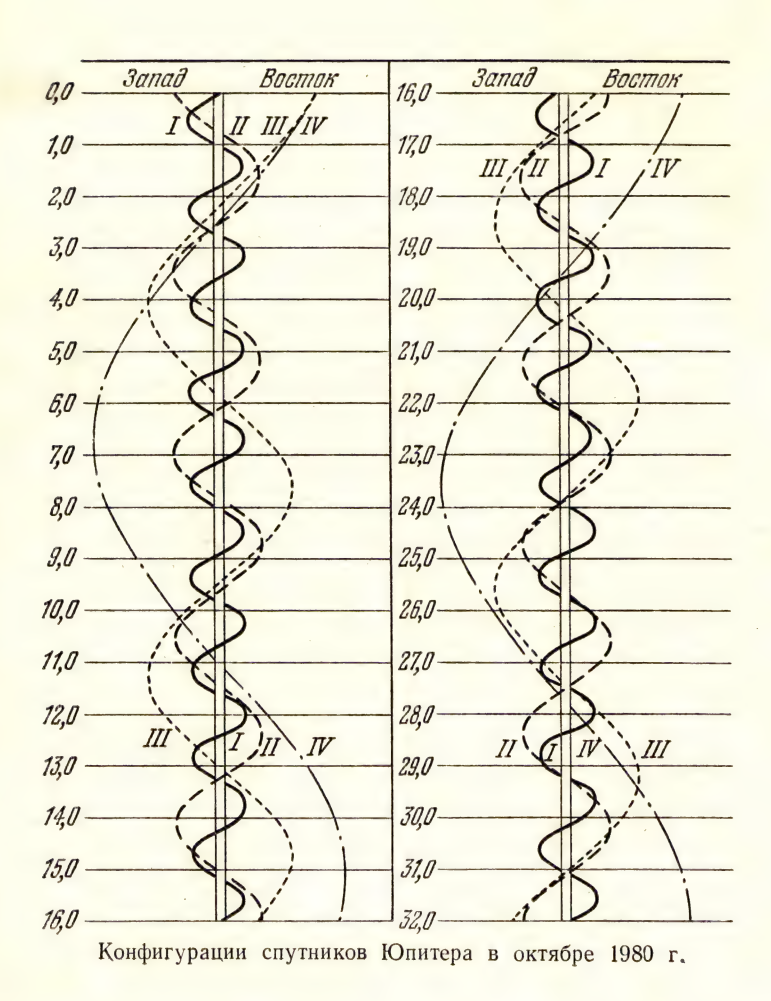
Конфигурации спутников Юпитера в мае 1980 г.



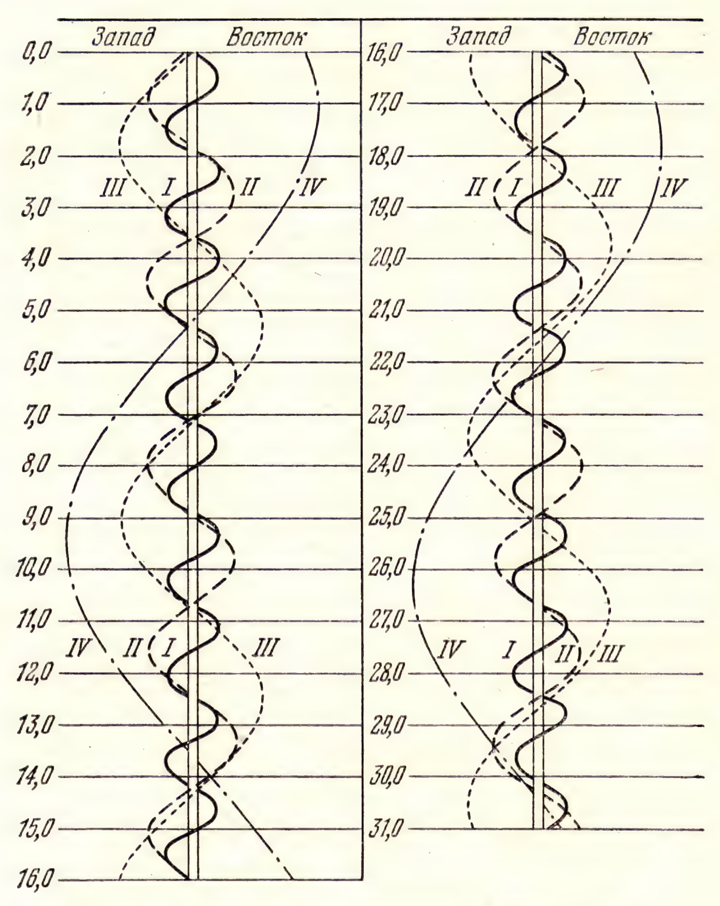
Конфигурации спутников Юпитера в июне 1980 г.



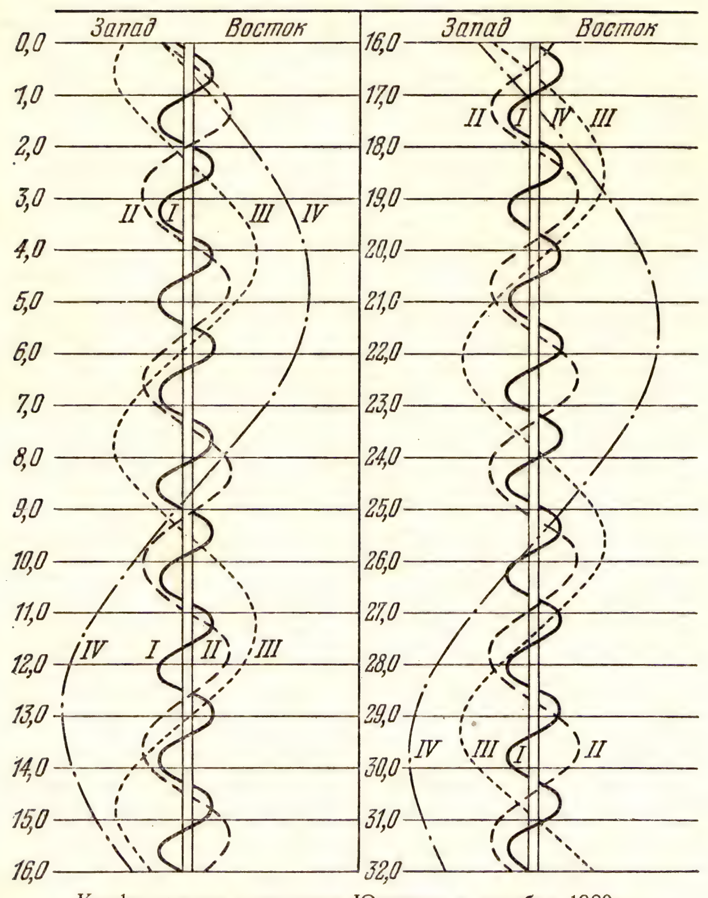
Конфигурации спутников Юпитера в июле 1980 г.



Конфигурации спутников Юпитера в октябре 1980 г.



Конфигурации спутников Юпитера в ноябре 1980 г.



Конфигурации спутников Юпитера в декабре 1980 г.

КОРОТКОПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОМЕТЫ В 1980 г.

В 1980 г. ожидается прохождение через перигелий 12 короткопериодических комет, из которых 10 принадлежат семейству Юпитера, одна — семейству Сатурна и одна — семейству Урана (см. таблицу).

Из 12 короткопериодических комет, проходящих перигелий в 1980 г., любители астрономии в свои бинокуляры и телескопы реально

СПИСОК КОМЕТ, КОТОРЫЕ ПРОЙДУТ ПЕРИГЕЛИЙ В 1980 г.

№№ п/п	Комета	Период обращения (в годах), P	Число наблюдавшихся появлений, n	Перигельное расстояние, в а. е., q	Дата прохождения перигелия, T	H_{10} в последнем появлении
1	Хонда — Мркоса — Пайдушаковой	5,28	5	0,58	апр. 11	$11,^m7$
2	Виртанена	5,87	5	0,89	май 23	12,8
3	Деннинга-2*)	7,42	1	1,15	июнь 18	10,4
4	Де Вико — Свифта	6,31	3	1,62	июль 14	14,7
5	Когоутека**)	5,67	1	1,56	сент. 22	12,1
6	Форбса	6,40	5	1,53	сент. 24	11,8
7	Рейнмута I	7,63	6	2,00	окт. 29	13,6
8	Брукса-2	6,88	11	1,84	нояб. 25	13,6
9	Стефана — Отерма	37,70	2	1,57	дек. 6	9,5
10	Энке	3,30	51	0,34	дек. 6	12,1
11	Туттля I	13,68	9	1,01	дек. 14	10,0
12	Херрингтона	6,80	2	1,58	дек. 24	16,3

*) Утерянная комета.
**) Данные нуждаются в уточнении.

смогут наблюдать только 4 кометы: Хонда—Мркоса—Пайдушаковой (в мае, 12^m), Стефана—Отерма (в декабре, $11^m,4$), Энке (в декабре, $5^m,5$) и Туттля 1 (в декабре, $10^m,1$). Ниже приводятся более подробные данные об этих четырех кометах и их эфемериды.

1. Комета Хонда—Мркоса—Пайдушаковой была открыта 3 декабря 1948 г. японским любителем астрономии Хонда. В момент открытия она имела блеск около 9^m и выглядела как диффузный объект без центральной конденсации и без хвоста. Пайдушакова на обсерватории Скалнате Плесо в Чехословакии обнаружила эту комету независимо от Хонда 6 декабря, а 7 декабря ее наблюдал Мркос. Комета получила название по фамилиям трех первооткрывателей — комета Хонда—Мркоса—Пайдушаковой, и, так как она была 14-й кометой, открытой в 1948 г., ей дали обозначение 1948 n. Орбита этой кометы характеризуется небольшим перигельным расстоянием $q \approx 0,58$ а. е., эксцентриситетом $e = 0,81$, относительно малым (по сравнению с другими кометами семейства Юпитера) периодом обращения вокруг Солнца $P = 5,28$ года и наклонением орбиты $i \approx 13^\circ,12$. Комета уже наблюдалась в пяти появлениях.

9. Комета Стефана—Отерма была открыта 22 января 1867 г. Коджиа в Марселе, а 25 января 1867 г. обнаружена также в Марселе Стефаном. Находилась в созвездии Овна, была 7^m и выглядела круглой,

блестящей, с резким ядром и веерообразным хвостом. Иногда эту комету называют кометой Коджиа—Стефана— Отерма, что более справедливо. Комета принадлежит семейству Урана. Ее период обращения 37,70 года, эксцентриситет 0,86, перигельное расстояние 1,57 а. е. и наклонение орбиты 17°,98. Комета наблюдалась во время двух появлений.

10. Комета Энке была открыта 17 января 1786 г. Мешеном (Франция) невооруженным глазом; в небольшой телескоп был заметен слабый хвост. Периодичность движения кометы установлена немецким астрономом Энке в 1818 г., который нашел, что комета обладает самым коротким среди известных комет периодом обращения вокруг Солнца, равным 1207 дням. Иногда эту комету называют кометой Энке—Баклунда. Комета Энке наблюдалась уже в 51-м появлении. Из элементов орбиты, кроме короткого периода обращения, следует отметить малое перигельное расстояние 0,34 а. е., эксцентриситет 0,85 и наклонение орбиты, 11°,9. Ряд исследователей отмечает периодическое ослабление абсолютного блеска кометы, примерно на 1^m за 100 лет.

11. Комета Туттля I была открыта 9 января 1790 г. Мешеном в Париже, который наблюдал ее вплоть до 1 февраля 1790 г. Абсолютная величина кометы в первом появлении $H_{10} = 7^m,7$. Комета принадлежит семейству Сатурна: период обращения 13,68 года, эксцентриситет 0,82, перигельное расстояние 1,01 а. е., большое наклонение орбиты 54°,46, что довольно редко для короткопериодических комет. Вторично комета была открыта Туттлем 4 января 1858 г. Исторически за кометой закрепилось название кометы Туттля I, хотя правильнее ее называть кометой Мешена—Туттля.

Элементы орбиты и эфемерида кометы Хонда — Мркоса — Пайдушаковой

T	1980 апр. 11,0987 всемирного времени	Эпоха	1980 май 1,0 всемирного времени
ω	184°, 6323 } 1950,0	i	0,808634
☊	232°, 9296 } 1950,0	a	3,034049 а. е.
i	13°, 1174 } 1950,0	n	0°, 1864951
q	0,580612 а. е.	P	5,285 года

1980		$\alpha_{1950,0}$	$\delta_{1950,0}$	Геоцентрическое расстояние Δ, а. е.	Гелиоцентрическое расстояние r, а. е.	Звездная величина m
		ч м	° ′			
Май	11	5 32,24	+16 05,7			
	21	6 32,19	+14 55,5	1,497	0,953	12,7
	31	7 24,69	+13 05,7			
Июнь	10	8 09,86	+10 56,3	1,727	1,223	14,1
	20	8 48,63	+ 8 40,8			
	30	9 22,14	+ 6 26,5	2,044	1,484	15,3
Июль	10	9 51,50	+ 4 16,8			
	20	10 17,61	+ 2 12,5	2,394	1,729	16,3
	30	10 41,16	+ 0 14,0			
Ноябрь	27	13 51,33	—17 16,6	3,780	3,000	19,7
Декабрь	7	14 02,11	—18 13,5			
	17	14 11,93	—19 04,8	3,733	3,157	19,9
	27	14 20,66	—19 50,3			

Элементы орбиты и эфемерида кометы Стефана — Отерма

T	1980 дек. 6,8306 всемирного времени	Эпоха	1980 дек. 27,0 всемирного времени
ω	358°, 1633 } 1950,0	e	0,859984
☊	78°, 5120 } 1950,0	a	11,244122 а. е.
i	17°, 9809 } 1950,0	n	0°,0261404
q	1,574353 а. е.	P	37,705 года

1980	$\alpha_{1950,0}$	$\delta_{1950,0}$	Геоцентрическое расстояние Δ, а. е.	Гелиоцентрическое расстояние r, а. е.	Звездная величина m
	ч м	° ′			
Май 31	1 04,72	—10 13,2	3,104	2,738	17,3
Июнь 10	1 20,60	—9 02,0			
20	1 36,75	—7 54,1	2,730	2,566	16,8
30	1 53,18	—6 49,9			
Июль 10	2 09,86	—5 49,8	2,358	2,397	16,2
20	2 26,78	—4 54,3			
30	2 43,88	—4 03,4	1,999	2,233	15,5
Август 9	3 01,12	—3 17,0			
19	3 18,38	—2 34,6	1,665	2,076	14,8
29	3 35,53	—1 54,8			
Сентябрь 8	3 52,41	—1 15,6	1,362	1,930	14,0
18	4 08,77	—0 33,5			
28	4 24,33	+0 16,5	1,097	1,801	13,3
Октябрь 8	4 38,74	+1 21,2			
18	4 54,55	+2 50,0	0,877	1,695	12,5
28	5 02,37	+4 54,2			
Ноябрь 7	5 10,71	+7 45,7	0,709	1,619	11,8
17	5 16,25	+11 33,6			
27	5 19,07	+16 17,9	0,609	1,579	11,4
Декабрь 7	5 19,66	+21 42,6			
17	5 19,25	+27 15,9	0,597	1,580	11,4
27	5 19,59	+32 21,7			

Элементы орбиты и эфемерида кометы Энке

T	1980 дек. 6,6138 всемирного времени	Эпоха	1980 дек. 27,0 всемирного времени
ω	185°, 9808 } 1950,0	e	0,846756
☊	334°, 1967 } 1950,0	a	2,218344 а. е.
i	11°, 9462 } 1950,0	n	0°, 2983033
q	0,339948 а. е.	P	3,304 года

1980	$\alpha_{1950,0}$	$\delta_{1950,0}$	Геоцентрическое расстояние Δ, а. е.	Гелиоцентрическое расстояние r, а. е.	Звездная величина m
	ч м	° ′			
Июль 20	2 14,09	+21 21,8	2,188	2,224	19,4
30	2 27,11	+23 14,0			
Август 9	2 40,49	+25 15,3	1,736	2,020	18,3
19	2 54,40	+27 29,8			
29	3 09,21	+30 04,0	1,290	1,795	16,9
Сентябрь 8	3 25,68	+33 09,2			
18	3 45,44	+37 04,5	0,867	1,547	15,0
28	4 12,76	+42 25,3			
Октябрь 8	5 01,12	+50 11,7	0,493	1,269	12,5
18	7 06,03	+59 52,8			
28	11 21,73	+51 29,8	0,278	0,954	9,4

Элементы орбиты и эфемерида кометы Туттля I

T	1980 дек. 14,7237 всемирного времени	Эпоха	1980 дек. 27,0 всемирного времени
ω	206°, 8938 } 1950,0	e	0,822577
☊	269°, 8815 } 1950,0	a	5,720470 а. е.
i	54°, 4622 } 1950,0	n	0°, 0720367
q	1,014941 а. е.	P	13,682 года

1980	$\alpha_{1950,0}$	$\delta_{1950,0}$	Геоцентрическое расстояние Δ, а. е.	Гелиоцентрическое расстояние r, а. е.	Звездная величина m
	ч м	° ′			
Июнь 30	1 28,30	+60 00,8	2,730	2,450	17,6
Июль 10	1 58,57	+62 37,7			
20	2 33,45	+65 03,0	2,435	2,249	17,0
30	3 13,96	+67 08,9			
Август 9	4 00,71	+68 45,9	2,137	2,044	16,3
19	4 53,11	+69 42,5			
29	5 48,74	+69 47,8	1,832	1,836	15,5
Сентябрь 8	6 43,68	+68 55,0			
18	7 33,96	+67 01,8	1,519	1,629	14,5
28	8 17,35	+64 07,3			
Октябрь 8	8 53,46	+60 07,4	1,196	1,428	13,4
18	9 22,95	+54 47,0			
28	9 46,99	+47 31,5	0,868	1,245	12,1
Ноябрь 7	10 06,92	+37 13,7			
17	10 24,07	+22 02,8	0,582	1,101	10,7
27	10 40,08	+ 0 21,5			
Декабрь 7	10 56,84	—25 06,4	0,496	1,022	10,1
17	11 16,63	—47 00,2			
27	11 42,21	—62 14,2	0,689	1,033	10,8

МАЛЫЕ ПЛАНЕТЫ

В 1980 г., на пределе возможностей любительских телескопов, могут быть доступны для наблюдения три малые планеты — Ирида, Паллада и Геба.

Эфемериды этих планет вычислены с учетом возмущений. В таблицах через каждые 10 дней около эпохи противостояний приведены координаты α и δ, расстояния планеты от Солнца r и от Земли Δ, причем r и Δ выражены в астрономических единицах.

Фотографическая звездная величина m (в системе UBV) вычислена с учетом угла фазы и оппозиционного эффекта по Герельсу.

(7) ИРИДА, противостояние 19 сентября 1980 г.

1980		α_{1950}	δ_{1950}	r	Δ	m	β
		ч м	° ′				°
Август	9	0 01,40	+10 06,8	2,036	1,220	9,3	22,0
	19	0 00,89	+10 48,9	2,013	1,129	9,1	18,8
	29	23 57,41	+11 07,0	1,991	1,053	8,8	14,8
Сентябрь	8	23 51,26	+10 57,8	1,971	0,995	8,5	10,3
	18	23 43,28	+10 21,0	1,951	0,958	8,3	6,4
	28	23 34,87	+ 9 21,8	1,933	0,943	8,3	6,6
Октябрь	8	23 27,55	+ 8 09,7	1,916	0,951	8,4	11,0
	18	23 22,71	+ 6 56,8	1,900	0,979	8,6	16,0
	28	23 21,25	+ 5 54,5	1,886	1,025	8,7	20,5
Ноябрь	7	23 23,42	+ 5 10,2	1,874	1,086	8,9	24,3

(2) ПАЛЛАДА, противостояние 31 октября 1980 г.

1980		α_{1950}	δ_{1950}	r	Δ	m	β
		ч м	° ′				°
Сентябрь	18	2 41,24	—11 02,5	2,711	1,911	9,1	15,4
	28	2 39,25	—14 04,0	2,686	1,830	8,9	13,5
Октябрь	8	2 34,85	—17 07,2	2,662	1,774	8,8	12,1
	18	2 28,40	—19 59,0	2,637	1,744	8,8	11,8
	28	2 20,62	—22 26,4	2,613	1,740	8,8	12,8
Ноябрь	7	2 12,45	—24 19,0	2,588	1,760	8,8	14,7
	17	2 04,95	—25 31,3	2,563	1,802	8,9	16,9
	27	1 59,08	—26 03,2	2,539	1,861	9,0	19,0
Декабрь	7	1 55,47	—25 58,6	2,515	1,933	9,1	20,8
	17	1 54,49	—25 23,1	2,490	2,014	9,2	22,2

(6) ГЕБА, противостояние 20 ноября 1980 г.

1980—1981		α_{1950}	δ_{1950}	r	Δ	m	β
		ч м	° ′				°
Октябрь	8	4 07,82	—4 39,4	1,955	1,154	9,0	22,9
	18	4 06,83	—6 19,0	1,964	1,107	8,8	19,9
	28	4 02,32	—7 45,2	1,974	1,077	8,7	16,8
Ноябрь	7	3 54,95	—8 46,2	1,985	1,064	8,7	14,4
	17	3 45,93	—9 11,7	1,998	1,073	8,7	13,6
	27	3 36,82	—8 56,5	2,013	1,102	8,8	14,7
Декабрь	7	3 29,07	—8 02,1	2,028	1,152	8,9	17,0
	17	3 23,81	—6 34,5	2,044	1,220	9,1	19,6
	27	3 21,61	—4 42,8	2,061	1,306	9,4	22,1
Январь	6	3 22,58	—2 36,0	2,080	1,405	9,8	24,2

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ

В Календаре даны элементы для 118 переменных звезд, блеск которых изменяется более или менее регулярно с определенным средним периодом. Эти звезды достигают в максимуме 7-й звездной величины и могут наблюдаться в призменный бинокль или небольшую зрительную трубу. В таблицах даны сведения о 28 цефеидах, 35 затменных и 55 долгопериодических переменных звездах. В элементах для цефеид приведены моменты первого в 1980 г. максимума, а для затменных звезд — первого в году минимума блеска. Периоды для этих звезд даются с четырьмя десятичными знаками, что достаточно для предвычисления моментов в течение одного года. Чтобы предвычислить эпоху максимума или минимума по элементам, нужно умножить период на некоторое целое число и прибавить произведение к начальной эпохе, приведенной в таблице. Для восьми затменных звезд эпохи минимумов предвычислены и даны в таблицах. Для трех короткопериодических звезд (S Насоса, i Волопаса, V1010 Змееносца) моменты минимумов предвычислены на первое число каждого месяца. Данные для вычислений эпох и элементы взяты из третьего издания «Общего каталога переменных звезд» (изд. АН СССР) и трех дополнений к нему (изд. АН СССР). Моменты даны по всемирному времени. Начальная эпоха в таблицах выражена в юлианских днях (см. таблицы эфемерид Солнца). Началом юлианского дня является средний гринвичский полдень предшествующего по числу дня. Так, минимум Алголя (β Персея), первый по счету в 1980 г., приходится на Ю. Д. 2444239,51, что соответствует 1 января 0 часам всемирного времени, хотя 2444239 соответствует по таблицам юлианских дней 31 декабря 1979 г. Чтобы получить момент наблюдений в юлианских днях, нужно из момента, выраженного во всемирном времени, вычесть 12 часов. При этом моменты до 12 часов дня оказываются отнесенными к предшествующему числу, по которому и вычисляется юлианский день. Для моментов после 12 часов дня соответствие юлианских дней и календарных чисел сохраняется.

Большинство из приведенных в списках звезд обладает регулярными или неправильными изменениями периодов, что может создать некоторые отклонения наблюдаемых моментов от предвычисленных по

таблицам. Поэтому первой задачей наблюдателя является определение эпохи максимума или минимума блеска. Наблюдения следует начинать для короткопериодических переменных звезд за несколько часов до предвычисленного момента, а для долгопериодических звезд — за месяц и раньше до предвычисленного максимума. Обычно звезды типа Миры Кита в минимумах слабы и недоступны для небольших инструментов. Наблюдения таких звезд следует начинать сразу, как только звезда станет видимой. Заканчивать наблюдения можно после того как будет полностью пронаблюден максимум (или минимум у затменных звезд) и на кривой блеска четко наметятся области вокруг максимума или минимума. Наблюдения для построения всей кривой блеска ведутся в течение всего цикла изменения блеска. Такие наблюдения следует проводить после приобретения некоторого опыта в оценках блеска, особенно для цефеид и затменных звезд типа β Лиры, у которых блеск изменяется в течение всего периода (β Лиры, u Геркулеса, V 367 Лебедя). Для первого знакомства с наблюдениями переменных звезд нужно выбирать яркие звезды с большими амплитудами изменения блеска.

Список полуправильных и неправильных переменных звезд, составленный на основании второго издания «Общего каталога переменных звезд», приведен в Астрономическом Календаре на 1960 г. и дополнен в Астрономическом Календаре на 1969 г. Карты окрестностей для вновь включенных полуправильных и неправильных переменных звезд даны в Астрономическом Календаре на 1969 и 1970 гг. Следует иметь в виду, что эти звезды обычно сильно окрашены и звезды сравнения должны подбираться такого же цвета, как и переменная звезда. Инструкция для наблюдений переменных звезд опубликована в «Постоянной части» Астрономического Календаря.

В 1969—1971 и 1973 гг. в Астрономическом Календаре были даны карты окрестностей переменных звезд. В таблицах во втором столбце даны ссылки на карты. Например, у звезды TU Кассиопеи индекс АК 1970 означает, что карта окрестностей TU Кассиопеи дана в Астрономическом Календаре на 1970 г.

Результаты наблюдений и сами наблюдения следует сообщать в Отдел переменных звезд Московского отделения ВАГО или в Комиссию по переменным звездам при Астросовете АН СССР (117234, Москва, В-234, Ленинские горы, ГАИШ, Отдел переменных звезд).

ПРАВИЛЬНЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ, ДОСТУПНЫЕ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ПРИЗМЕННЫЙ БИНОКЛЬ

Название звезды	Карта	α 1950,0	δ 1950,0	Звездная величина макс.	Звездная величина мин.	Элементы (максимумы блеска)
Цефеиды						
		ч м	° ′	m	m	24... д д
TU Кассиопеи	AK1970	00 23,6	+51 00	6,9	8,0	44239,98+ 2,1393E
SU Кассиопеи	AK1969	02 47,5	+68 41	5,7	6,1	44240,37+ 1,9493E
SZ Тельца	AK1969	04 34,3	+18 27	6,4	6,9	44241,64+ 3,1487E
T Единорога	AK1970	06 22,5	+07 07	5,6	6,4	44242,46+27,0205E
RT Возничего	AK1969	06 25,4	+30 32	5,1	5,8	44239,82+ 3,7279E
W Близнецов	AK1970	06 32,1	+15 22	6,7	7,5	44243,55+ 7,9141E
ζ Близнецов	AK1971	07 01,2	+20 39	3,6	4,1	44242,77+10,1508E
BF Змееносца	AK1971	17 03,0	—26 31	7,0	7,8	44240,10+ 4,0678E
X Стрельца	AK1971	17 44,4	—27 49	4,1	4,8	44240,33+ 7,0122E
Y Змееносца	AK1971	17 49,9	—06 08	5,8	6,3	44253,67+17,1233E
W Стрельца	AK1971	18 01,8	—29 35	4,2	5,0	44240,14+ 7,5947E
AP Стрельца	AK1971	18 10,0	—23 08	6,5	7,3	44244,45+ 5,0579E
Y Стрельца	AK1971	18 18,4	—18 53	5,4	6,1	44243,63+ 5,7734E
U Стрельца	AK1971	18 29,0	—19 10	6,2	6,9	44242,08+ 6,7449E
V350 Стрельца	AK1971	18 42,3	—20 42	7,0	7,8	44244,34+ 5,1542E
YZ Стрельца	AK1971	18 46,6	—16 47	6,9	7,7	44246,03+ 9,5534E
BB Стрельца	AK1971	18 48,0	—20 22	6,6	7,1	44243,52+ 6,6370E
FF Орла	AK1971	18 56,8	+17 18	5,2	5,6	44241,21+ 4,4710E
TT Орла	AK1971	19 05,7	+01 13	6,4	7,5	44251,31+13,7546E
U Орла	AK1973	19 26,7	—07 09	6,0	6,8	44243,24+ 7,0239E
SU Лебедя	AK1971	19 42,8	+29 09	6,4	7,0	44240,11+ 3,8455E
η Орла	AK1973	19 49,9	+00 52	3,5	4,3	44244,31+ 7,1766E
SV Лисички	AK1971	19 49,5	+27 20	6,6	7,8	44258,6 +45,035E
S Стрелы	AK1971	19 53,8	+16 30	5,2	6,0	44246,45+ 8,3822E
X Лебедя	AK1971	20 41,4	+35 24	5,8	6,9	44240,31+16,3866E
T Лисички	AK1971	20 49,3	+28 04	5,4	6,1	44242,58+ 4,4356E
DT Лебедя	AK1971	21 04,4	+30 59	5,6	6,0	44241,66+ 2,4991E
δ Цефея	AK1973	22 27,3	+58 10	3,5	4,3	44243,05+ 5,3663E

Название звезды	Карта	α 1950,0		δ 1950,0		Звездная величина макс.	Звездная величина мин.	Элементы (минимумы блеска)
Затменные переменные звезды								
		ч	м	°	′	*m*	*m*	24... д д
YZ Кассиопеи	АК1973	00	42,3	+74	43	5,6	6,0	44243,62+ 4,4672*E*
U Цефея	АК1973	00	57,8	+81	36	6,6	9,8	44239,96+ 2,4931*E*
RZ Кассиопеи	АК1969	02	44,4	+69	26	6,5	8,0	44240,18+ 1,1952*E*
β Персея		03	04,9	+40	46	2,2	3,5	44239,51+ 2,8674*E*
λ Тельца		03	57,9	+12	21	3,8	4,2	44240,29+ 3,9530*E*
AG Персея	АК1973	04	03,7	+33	19	6,6	6,9	44239,73+ 2,0287*E*
HU Тельца	АК1969	04	35,3	+20	35	6,0	6,8	44240,51+ 2,0563*E*
ζ Возничего		04	59,0	+41	00	4,4	5,0	44219,62+972,16*E*
CD Тельца	АК1973	05	14,6	+20	05	7,1	7,7	44240,41+ 3,4351*E*
AR Возничего		05	15,0	+33	43	5,8	6,5	44240,34+ 4,1347*E*
VV Ориона		05	31,0	—01	11	5,3	5,7	44240,05+ 1,4854*E*
RR Рыси	АК1973	06	22,3	+56	19	5,6	6,0	44232,67+ 9,9451*E*
WW Возничего	АК1969	06	29,2	+32	30	5,7	6,4	44239,95+ 2,5250*E*
UW Б. Пса		07	16,6	—24	28	4,9	5,2	44243,08+ 4,3934*E*
R Б. Пса	АК1973	07	17,2	—16	18	5,9	6,5	44239,37+ 1,1359*E*
S Насоса	АК1973	09	30,1	—28	24	6,4	6,8	44240,10+ 0,6483*E*
TX Б. Медведицы	АК1973	10	42,4	+45	50	6,8	8,8	44241,53+ 3,0632*E*
ZZ Волопаса		13	53,9	+26	10	6,8	7,5	44241,53+ 4,9917*E*
δ Весов		14	58,3	—08	19	4,9	5,9	44240,73+ 2,3274*E*
i Волопаса	АК1973	15	02,1	+47	51	5,9	6,5	44239,58+ 0,2678*E*
V1010 Змееносца	АК1969	16	46,6	—15	35	6,2	7,0	44239,77+ 0,6614*E*
U Змееносца		17	14,0	+01	16	5,8	6,5	44240,26+ 1,6773*E*
u Геркулеса		17	15,5	+33	09	4,6	5,4	44239,62+ 2,0510*E*
V356 Стрельца	АК1971	18	44,9	—20	20	6,8	7,6	44246,99+ 8,8961*E*
β Лиры		18	48,2	+33	18	3,3	4,2	44243,01+12,9138*E*
RS Лисички	АК1971	19	15,6	+22	21	6,9	7,9	44239,73+ 4,4777*E*
V822 Орла	АК1973	19	28,7	—02	13	6,9	7,3	44240,16+ 5,2951*E*
V505 Стрельца		19	50,3	—14	44	6,5	7,6	44240,48+ 1,1829*E*
V367 Лебедя	АК1971	20	46,1	+39	06	6,9	7,6	44252,99+18,5972*E*
Y Лебедя	АК1971	20	50,1	+34	28	7,0	7,6	44240,84+ 2,9963*E*
DV Водолея		20	55,9	—14	41	6,0	6,6	44239,72+ 1,5755*E*
GK Цефея	АК1969	21	30,4	+70	36	6,9	7,5	44239,56+ 0,9362*E*
EE Пегаса		21	37,6	+08	57	6,9	7,5	44241,89+ 2,6282*E*
DX Водолея		21	59,7	—17	12	6,2	7,0	44240,37+ 0,9450*E*
AR Ящерицы		22	06,6	+45	30	6,9	7,7	44241,28+ 1,9832*E*

ДОЛГОПЕРИОДИЧЕСКИЕ (ТИПА МИРЫ КИТА) ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ, ДОСТУПНЫЕ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ В ПРИЗМЕННЫЙ БИНОКЛЬ

Название звезды	Карта	α	δ	Звездная величина		Период	Эпоха максимумов в 1980 г.
		1950,0		макс.	мин.		
		ч м	° ′	*m*	*m*	д	
R Андромеды		00 21,4	+38 18	6,1	14,9	409,2	15 апреля
R Рыб		01 28,1	+02 37	7,1	14,8	344,0	4 ноября
W Андромеды		02 14,4	+44 04	6,7	14,5	396,2	14 марта
o Кита		02 16,8	−03 12	2,0	10,1	331,7	2 сентября
U Кита		02 31,3	−13 22	6,8	13,4	234,7	6 января, 28 августа
R Треугольника		02 34,0	+34 03	5,5	12,6	266,5	21 июня
U Овна		03 08,3	+14 37	5,4	13,4	371,3	28 марта
R Зайца		04 57,3	−14 53	5,9	10,5	432,1	18 января
R Возничего		05 13,3	+53 32	6,7	13,7	457,6	1 сентября
U Ориона		05 52,9	+20 10	5,3	12,6	372,4	1 октября
V Единорога		06 20,2	−02 10	6,0	13,7	333,8	29 дек. 1979 г., 26 ноябр. 1980 г.
R Рыси		06 57,2	+55 24	7,2	14,0	378,7	16 июня
R Близнецов	АК1971	07 04,4	+22 47	6,0	14,0	369,8	2 июля
S М. Пса		07 30,0	+08 26	7,0	13,2	332,6	5 сентября
Z Кормы		07 30,6	−20 33	7,2	14,6	510,0	28 января 1981 г.
R Рака		08 13,8	+11 53	6,2	11,8	361,4	17 декабря 1979 г., 12 декабря 1980 г.
T Гидры		08 53,2	−08 57	7,2	13,2	289,2	5 марта, 19 декабря
R М. Льва		09 42,6	+34 45	6,3	13,2	371,9	23 марта
R Льва		09 44,9	+11 40	4,4	11,3	312,4	17 сентября
R Б. Медведицы		10 41,1	+69 02	6,7	13,4	301,7	6 июня
R Ворона		12 17,0	−18 59	6,7	14,4	317,0	4 мая
SS Девы		12 22,7	+01 03	6,0	9,6	354,7	10 ноября
T Б. Медведицы		12 34,1	+59 46	6,6	13,4	256,5	3 апреля, 15 декабря
R Девы		12 35,9	+07 16	6,2	12,1	145,6	21 января, 14 июня, 7 ноября
R Гидры		13 27,0	−23 02	4,0	10,0	389,6	12 июня
S Девы		13 30,4	−06 56	6,3	13,2	377,4	2 марта
RS Девы		14 24,8	+04 54	7,0	14,4	352,8	30 марта
R Волопаса		14 35,0	+26 57	6,7	12,8	223,5	10 марта, 19 октября

Название звезды	Карта	α	δ	Звездная величина		Период	Эпоха максимумов в 1980 г.
		1950,0		макс.	мин.		
		ч м	° ′	*m*	*m*	д	
S Сев. Короны		15 19,4	+31 33	6,6	14,0	360,2	24 декабря 1979 г., 19 декабря 1980 г.
RS Весов		15 21,4	—22 44	7,0	13,0	217,6	4 марта, 7 октября
V Сев. Короны		15 47,7	+39 43	6,9	12,2	358,0	1 октября
R Змеи		15 48,4	+15 17	5,7	14,4	356,4	1 августа
RU Геркулеса		16 08,1	+25 12	6,9	14,3	485,5	4 августа
U Геркулеса		16 23,6	+19 00	6,5	13,4	406,0	16 ноября
R Дракона	АК1970	16 32,5	+66 52	6,9	13,0	245,5	29 января, 1 октября
S Геркулеса		16 49,6	+15 02	7,0	13,8	307,4	25 июля
R Змееносца		17 04,9	—16 02	7,0	13,6	302,6	23 февраля, 22 декабря
T Дракона		17 55,6	+58 13	7,2	13,5	421,2	17 апреля
T Геркулеса		18 07,2	+31 01	6,8	13,6	165,0	11 марта, 17 августа
X Змееносца		18 35,9	+08 47	5,9	9,2	334,4	5 сентября
R Орла		19 03,9	+08 09	5,7	12,0	290,8	2 мая
R Стрельца	АК1971	19 13,8	—19 24	6,7	12,8	268,8	27 июля
R Лебедя		19 35,5	+50 05	6,5	14,2	426,4	6 декабря
RT Лебедя		19 42,2	+48 40	6,4	12,7	190,3	5 июня, 12 декабря
χ Лебедя	АК1971	19 48,6	+32 47	3,3	14,2	406,9	10 декабря
RR Стрельца		19 52,8	—29 20	5,6	14,0	334,6	27 августа
U Лебедя		20 18,0	+47 44	6,7	11,4	465,1	2 ноября
T Водолея		20 47,3	—05 20	7,2	14,2	201,6	26 апреля, 14 ноября
T Цефея	АК1969	21 08,9	+68 17	5,4	11,0	387,8	19 октября
V Пегаса		21 58,5	+05 53	7,0	15,0	302,3	23 сентября
R Пегаса		23 04,1	+10 16	7,1	13,8	378,0	24 апреля
V Кассиопеи		23 09,5	+59 26	7,3	12,8	228,6	20 апреля, 5 декабря
R Водолея		23 41,2	—15 34	5,8	11,5	386,8	25 марта
R Кассиопеи	АК1970	23 55,9	+51 07	5,5	13,0	430,5	31 июля
W Кита		23 59,6	—14 57	7,1	14,6	351,3	6 ноября

МОМЕНТЫ МИНИМУМОВ НЕКОТОРЫХ ЗАТМЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

AR Возничего

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	20	Март	12	3	Август	20	9	Октябрь	29	16
	5	23		16	6		24	12	Ноябрь	2	19
	10	3		20	9		28	16		6	22
	14	6		24	13	Сентябрь	1	19		11	1
	18	9		28	16		5	22		15	4
	22	12	Апрель	1	20		10	1		19	8
	26	16		5	23		14	4		23	11
	30	19		10	2		18	8		27	14
Февраль	3	22		14	5		22	11	Декабрь	1	17
	8	1		18	9		26	14		5	21
	12	4		22	12		30	17		10	0
	16	8		26	15	Октябрь	4	20		14	3
	20	11		30	18		8	22		18	6
	24	14	Август	3	20		13	3		22	10
	28	17		7	23		17	6		26	13
Март	3	21		12	3		21	10		30	16
	8	0		16	6		25	13			

V 367 Лебедя

		ч			ч			ч			ч
Январь	14	12	Апрель	16	11	Июль	18	11	Октябрь	19	11
Февраль	2	2	Май	5	2	Август	6	1	Ноябрь	7	1
	20	16		23	16		24	16		25	15
Март	10	7	Июнь	11	6	Сентябрь	12	6	Декабрь	14	6
	28	21		29	21		30	20			

β Лиры

		ч			ч			ч			ч
Январь	4	12	Апрель	4	0	Июль	3	14	Октябрь	2	3
	17	10		16	23		16	12		15	2
	30	9		29	21		29	10		28	0
Февраль	12	7	Май	12	20	Август	11	9	Ноябрь	9	23
	25	5		25	19		24	8		22	21
Март	9	4	Июнь	7	18	Сентябрь	6	6	Декабрь	5	19
	22	2		20	16		19	5		18	18
										31	16

β Персея

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	0	Март	15	14	Август	11	16	Октябрь	25	5
	3	21		18	10		14	13		28	2
	6	18		21	7		17	9		30	23
	9	15		24	4		20	6			
	12	11		27	1		23	3	Ноябрь	2	19
	15	8		29	21		26	0		5	16
	18	5					28	21		8	13
	21	2	Апрель	1	18		31	18		11	9
	23	23		4	15					14	6
	26	20		7	12	Сентябрь	3	14		17	3
	29	17		10	9		6	11		20	0
				13	6		9	8		22	21
Февраль	1	14		16	3		12	5		25	18
	4	10		19	0		15	2		28	14
	7	7		21	20		17	22			
	10	4		24	17		20	19	Декабрь	1	11
	13	1		27	14		23	16		4	8
	15	21		30	11		26	13		7	5
	18	18					29	10		10	2
	21	15	Июль	16	21					12	22
	24	12		19	17	Октябрь	2	7		15	20
	27	8		22	14		5	3		18	17
				25	11		8	0		21	14
Март	1	5		28	8		10	21		24	10
	4	2		31	5		13	18		27	7
	6	23	Август	3	2		16	15		30	4
	9	20		5	22		19	11			
	12	17		8	19		22	8			

RZ Кассиопеи

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	16	Февраль	8	22	Март	18	4	Апрель	25	10
	4	2		11	8		20	14		27	19
	6	11		13	17		22	23		30	5
	8	20		16	2		25	8	Май	2	14
	11	6		18	12		27	18		5	0
	13	15		20	21		30	3		7	9
	16	1		23	6	Апрель	1	12		9	18
	18	10		25	16		3	22		12	4
	20	19		28	1		6	7		14	13
	23	5	Март	1	11		8	17		16	22
	25	14		3	20		11	2		19	8
	27	23		6	5		13	11		21	17
	30	9		8	15		15	21		24	2
Февраль	1	18		11	0		18	6		26	12
	4	4		13	10		20	15		28	21
	6	13		15	19		23	1		31	7

RZ Кассиопеи

		ч			ч			ч			ч
Июнь	2	16	Июль	27	16	Сентябрь	20	15	Ноябрь	14	15
	5	1		30	1		23	0		17	0
	7	11	Август	1	10		25	10		19	9
	9	20		3	20		27	19		21	19
	12	6		6	5		30	5		24	4
	14	15		8	14	Октябрь	2	14		26	14
	17	0		11	0		4	23		28	23
	19	10		13	9		7	9	Декабрь	1	8
	21	19		15	19		9	18		3	17
	24	4		18	4		12	4		6	3
	26	14		20	13		14	13		8	12
	28	23		22	23		16	22		10	21
Июль	1	8		25	8		19	8		13	7
	3	18		27	17		21	17		15	16
	6	3		30	3		24	2		18	2
	8	13	Сентябрь	1	12		26	12		20	11
	10	22		3	21		28	21		22	20
	13	7		6	7		31	6		25	6
	15	17		8	16	Ноябрь	2	16		27	15
	18	2		11	2		5	1		30	0
	20	12		13	11		7	11			
	22	21		15	20		9	20			
	25	6		18	6		12	5			

WW Возничего

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	11	Февраль	23	12	Апрель	16	12	Октябрь	10	6
	3	23		26	0		19	1		12	19
	6	12		28	13		21	13		15	7
	9	1	Март	2	1		24	2		17	20
	11	13		4	15		26	14		20	8
	14	2		7	2		29	3		22	21
	16	14		9	15	Сентябрь	2	9		25	9
	19	3		12	4		4	22		27	22
	21	16		14	16		7	10		30	11
	24	4		17	5		9	23	Ноябрь	1	23
	26	17		19	18		12	11		4	12
	29	5		22	6		15	0		7	0
	31	18		24	19		17	13		9	13
Февраль	3	7		27	7		20	1		12	2
	5	19		29	20		22	14		14	14
	8	8	Апрель	1	9		25	2		17	3
	10	20		3	21		27	15		19	15
	13	9		6	10		30	3		22	4
	15	22		8	22	Октябрь	2	16		24	17
	18	10		11	11		5	5		27	5
	20	23		13	23		7	17		29	18

WW Возничего

		ч			ч			ч			ч
Декабрь	2	6	Декабрь	9	20	Декабрь	17	10	Декабрь	25	0
	4	19		12	9		19	23		27	13
	7	8		14	22		22	11		30	1

Y Лебедя

		ч			ч			ч			ч
Март	2	7	Май	19	4	Август	2	2	Октябрь	19	0
	5	6		22	4		5	2		22	0
	8	6		25	4		8	2		25	0
	11	6		28	4		11	2		28	0
	14	6		31	4		14	2		30	23
	17	6	Июнь	3	4		17	2	Ноябрь	2	23
	20	6		6	4		20	2		5	23
	23	6		9	4		23	1		8	23
	26	6		12	4		26	1		11	23
	29	6		15	3		29	1		14	23
Апрель	1	6		18	3	Сентябрь	1	1		17	23
	4	6		21	3		4	1		20	23
	7	5		24	3		7	1		23	23
	10	5		27	3		10	1		26	23
	13	5		30	3		13	1		29	23
	16	5	Июль	3	3		16	1	Декабрь	2	22
	19	5		6	3		19	1		5	22
	22	5		9	3		22	1		8	22
	25	5		12	3		25	0		11	22
	28	5		15	3		28	0		14	22
Май	1	5		18	3	Октябрь	1	0		17	22
	4	5		21	2		4	0		20	22
	7	5		24	2		7	0		23	22
	10	5		27	2		10	0		26	22
	13	4		30	2		13	0		29	22
	16	4					16	0			

U Змееносца

		ч			ч			ч			ч
Март	2	4	Март	17	6	Апрель	1	8	Апрель	16	10
	3	20		18	22		3	1		18	3
	5	12		20	14		4	17		19	19
	7	4		22	7		6	9		21	11
	8	21		23	23		8	1		23	4
	10	13		25	15		9	18		24	20
	12	5		27	7		11	10		26	12
	13	21		29	0		13	2		28	4
	15	14		30	16		14	18		29	21

U Змееносца

		ч			ч			ч			ч
Май	1	13	Июнь	17	12	Август	1	19	Сентябрь	17	18
	3	5		19	4		3	11		19	11
	4	22		20	20		5	3		21	3
	6	14		22	13		6	20		22	19
	8	6		24	5		8	12		24	11
	9	22		25	21		10	4		26	3
	11	14		27	13		11	21		27	20
	13	6		29	6		13	13		29	12
	14	23		30	22		15	5	Октябрь	1	4
	16	15	Июль	2	14		16	21		2	21
	18	7		4	6		18	13		4	13
	20	0		5	23		20	6		6	5
	21	16		7	15		21	22		7	22
	23	8		9	7		23	15		9	14
	25	1		10	23		25	7		11	6
	26	17		12	16		26	23		12	22
	28	9		14	8		28	15		14	14
	30	1		16	0		30	8		16	6
	31	17		17	17		31	23		17	23
Июнь	2	10		19	9	Сентябрь	2	16		19	15
	4	2		21	1		4	8		21	7
	5	18		22	17		6	0		23	0
	7	11		24	10		7	17		24	16
	9	3		26	2		9	9		26	8
	10	19		27	18		11	1		28	1
	12	11		29	11		12	18		29	17
	14	4		31	2		14	10		31	9
	15	20					16	2			

i Волопаса

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	2	Апрель	1	3	Июль	1	5	Октябрь	1	1
Февраль	1	4	Май	1	3	Август	1	6	Ноябрь	1	3
Март	1	2	Июнь	1	5	Сентябрь	1	2	Декабрь	1	3

S Насоса

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	14	Апрель	1	9	Июль	1	3	Октябрь	1	5
Февраль	1	2	Май	1	5	Август	1	6	Ноябрь	1	8
Март	1	6	Июнь	1	7	Сентябрь	1	9	Декабрь	1	3

V 1010 Змееносца

		ч			ч			ч			ч
Январь	1	6	Апрель	1	13	Июль	1	4	Октябрь	1	2
Февраль	1	9	Май	1	7	Август	1	6	Ноябрь	1	4
Март	1	11	Июнь	1	10	Сентябрь	1	8	Декабрь	1	15

К НАБЛЮДЕНИЯМ ПОЛЯРНОЙ

В Постоянной части Астрономического Календаря (изд. 6-е, гл. II, § 2 и 4) изложены методы определения меридиана и географической широты места по наблюдениям Полярной.

Географическая широта φ может быть получена из измерений высоты Полярной h по формуле

$$\varphi = h - (\mathrm{I} + \mathrm{II} + \mathrm{III}).$$

Поправки I, II, III даются во вспомогательных таблицах (стр. 154—156) и являются функциями: местного звездного времени (поправка I), местного звездного времени и приближенной широты места — высоты Полярной (поправка II), местного звездного времени и даты наблюдения (поправка III); следует обратить внимание на то, что поправка II в таблице дается с учетом средней рефракции, таким образом, в наблюденную высоту поправка за рефракцию не вводится.

Учитывая все три поправки, можно получить широту для территории СССР с точностью порядка $\pm 0'$, 2, при условии, что местное звездное время наблюдения определяется с точностью не менее одной минуты. Наблюдения должны производиться угломерным инструментом (теодолитом или др.), обеспечивающим соответствующую точность отсчетов углов.

В тех случаях, когда нет надобности в большой точности определения широты или местное звездное время по каким-либо причинам определено грубо, с точностью до $\pm 20^{\text{м}}$, нет смысла пользоваться таблицами поправок II и III, а достаточно взять поправку I или из таблицы высот и азимутов Полярной разность $h - \varphi$, которая представляет собой округленную поправку I. В последнем случае широта вычисляется по формуле $\varphi = h - (h - \varphi)$. В полученном значении широты наибольшая ошибка может достигнуть $\pm 5'$ вблизи элонгаций, т. е. порядка 0°,1. Из таблицы также видно, что для моментов, близких к кульминациям Полярной около $2^{\text{ч}}$ и $14^{\text{ч}}$ местного звездного времени, даже при такой малой точности во времени ошибка в широте будет менее $1'$. Отсюда следует, что определение широты по Полярной выгоднее производить около эпох кульминаций, когда высота звезды наиболее медленно изменяется и неточность во времени менее всего сказывается.

Для ориентировки по Полярной, т. е. для определения направления меридиана и азимутов земных объектов, в Календаре на стр. 157 дана таблица высот и геодезических азимутов Полярной в зависимости от местного звездного времени момента наблюдений и географической широты (см. П. ч. АК, изд. 6-е, гл. I, § 3).

Наиболее благоприятными для ориентировки являются моменты, близкие к элонгациям Полярной, когда азимут звезды изменяется наиболее медленно. Полярная проходит западную элонгацию около $8^{\text{ч}}$ и восточную около $20^{\text{ч}}$ по местному звездному времени. Если широта места наблюдения неизвестна, то ее следует предварительно определить приближенным методом.

Наблюдатель, располагающий высокоточным угломерным инструментом, может для обработки наблюдений воспользоваться эфемеридой Полярной, помещенной на стр. 158. В этом случае широта может быть вычислена по формуле

$$\varphi = h - p\cos t + \frac{1}{2}\,\frac{p^2}{206\,265}\sin^2 t \cdot \operatorname{tg} h,$$

где h — высота Полярной, p — ее полярное расстояние, $p = 90° - \delta$ выражается в секундах дуги, t — часовой угол, $t = s - \alpha$; α и δ берутся на соответствующую дату из эфемериды Полярной.

Высота h должна быть исправлена за погрешности инструмента и атмосферную рефракцию. Эта формула при соответствующей точности высоты дает погрешность, не превосходящую $\pm 0''$, 3.

Азимут Полярной a может быть вычислен по формуле

$$\operatorname{tg} a = \frac{\sin t}{\sin \varphi \cos t - \cos \varphi \operatorname{tg} \delta}.$$

При этом широта должна быть известна предварительно; α и δ берутся из эфемериды Полярной на дату наблюдений.

Если $0^ч < t < 12^ч$, то азимут Полярной западный, а если $12^ч < t < 24^ч$ — азимут восточный.

Пример 1. 15 января 1980 г. с целью определения географической широты места наблюдения в момент $5^ч43^м$ по местному звездному времени угломерным инструментом была измерена высота Полярной, оказавшаяся равной 54°17′,3.

Из таблиц на стр. 154—156 интерполяцией находим соответствующие поправки I, II, III:

$$\begin{aligned} \text{I} &= +29',9 \\ \text{II} &= +0',4 \\ \text{III} &= +0',1 \\ \hline \text{Сумма} &= +30',4 \end{aligned}$$

Отсюда $\varphi = 54°17',3 - 30',4 = 53°46',9$.

Пример 2. В некотором пункте 14 апреля 1980 г. определяется географическая широта. Наблюдатель не располагает знанием точной долготы места и пользуется декретным временем данного района. Высота Полярной $h = 44°35'$ определена в момент $23^ч56^м$ по декретному времени. В этом случае местное звездное время можно определить с точностью в пределах до $\pm 30^м$ или несколько больших прибавлением к звездному времени в среднюю гринвичскую полночь на дату наблюдения поясного времени $T_п = T_д - 1^ч$.

Таким образом, в соответствии со сказанным выше имеем:

$$s = S_0 + T_п = S_0 + T_д - 1^ч = 13^ч29^м + 23^ч56^м - 1^ч = 12^ч25^м,$$

где $S = 13^ч29^м$ на 14 апреля взято из эфемериды Солнца.

Ввиду малой точности оценки момента звездного времени используем только одну поправку I или разность $h - \varphi$ из таблицы высот и азимутов Полярной $h - \varphi = -44'$, откуда

$$\varphi = 44° 35' + 44' = 45° 19'.$$

Из таблицы поправки I видно, что при ошибке в звездном времени $\pm 30^м$ изменение поправки не выходит за пределы $\pm 0°,1$. Таким образом, следует считать, что широта определена в данном случае с точностью до 0°,1 и результат надо округлить, т. е. $\varphi = 45°,3$.

Пример 3. На географической параллели $\varphi = 56°$ определяется азимут земного предмета относительно точки наблюдения в момент местного звездного времени $s = 9^ч32^м$.

При наведении вертикальной нити трубы на Полярную на горизонтальном круге инструмента получен отсчет $M_1 = 17°45'$, а при наведении на предмет $M_2 = 264°38'$. Разность этих отсчетов даст разность

азимутов Полярной и земного предмета:

$$A_1 = M_2 - M_1 = 246^\circ 53'.$$

Из таблицы высот и азимутов Полярной $a = -1^\circ 23'$, в данном случае западный. Геодезический азимут предмета получаем после учета азимута Полярной из угла A_1:

$$A_{\text{геод}} = A_1 + a = 246^\circ 53' - 1^\circ 23' = 245^\circ 30'$$

и астрономический

$$A_{\text{астр}} = A_{\text{геод}} \pm 180^\circ = 65^\circ 30'.$$

Кроме того, можно определить отсчет на горизонтальном круге, соответствующий направлению на точку севера:

$$M_{\text{с}} = M_1 - a = 17^\circ 45' + 1^\circ 23' = 19^\circ 08';$$

это и есть направление меридиана.

Для большей точности при определении широты и азимута рекомендуется производить не одно, а несколько измерений в разные моменты времени, после чего выполнить соответствующие расчеты по каждому измерению, а затем вычислить среднее значение величины.

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ШИРОТЫ ПО ПОЛЯРНОЙ

Поправка I

(находится по местному звездному времени *s*)

s	0м	10м	20м	30м	40м	50м	60м	s
ч	′	′	′	′	′	′	′	ч
0	+42,2—	+43,3—	+44,4—	+45,3—	+46,2—	+47,0—	+47,7—	12
1	+47,7—	+48,3—	+48,8—	+49,2—	+49,6—	+49,8—	+50,0—	13
2	+50,0—	+50,0—	+50,0—	+49,8—	+49,6—	+49,2—	+48,8—	14
3	+48,8—	+48,3—	+47,7—	+47,0—	+46,2—	+45,3—	+44,4—	15
4	+44,4—	+43,3—	+42,2—	+41,0—	+39,7—	+38,3—	+36,9—	16
5	+36,9—	+35,4—	+33,8—	+32,1—	+30,4—	+28,7—	+26,9—	17
6	+26,9—	+25,0—	+23,1—	+21,1—	+19,1—	+17,1—	+15,0—	18
7	+15,0—	+12,9—	+10,8—	+ 8,7—	+ 6,5—	+ 4,4—	+ 2,2—	19
8	+ 2,2—	0,0—	— 2,2+	— 4,4+	— 6,5+	— 8,7+	—10,8+	20
9	—10,8+	—12,9+	—15,0+	—17,1+	—19,1+	—21,1+	—23,1+	21
10	—23,1+	—25,0+	—26,9+	—28,7+	—30,4+	—32,1+	—33,8+	22
11	—33,8+	—35,4+	—36,9+	—38,3+	—39,7+	—41,0+	—42,2+	23

При $s < 12^ч$ надо брать знаки, показанные слева, например:

$s = 5^ч\ 10^м$ . . . . I = + 35′,4

$s = 9^ч\ 50^м$ . . . . I = − 21′,1

При $s > 12^ч$ надо брать знаки, показанные справа, например:

$s = 17^ч\ 10^м$ . . . . I = − 35′,4

$s = 21^ч\ 50^м$ . . . . I = + 21′,1

Поправка II

(с учетом средней рефракции)

h / s	35°	40°	45°	50°	55°	60°	65°	70°	75°	h / s
ч	′	′	′	′	′	′	′	′	′	ч
0	+1,3	+1,1	+0,9	+0,7	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	—0,1	12
1	+1,4	+1,1	+0,9	+0,8	+0,6	+0,5	+0,4	+0,3	+0,1	13
2	+1,4	+1,2	+1,0	+0,8	+0,7	+0,6	+0,5	+0,4	+0,3	14
3	+1,4	+1,1	+1,0	+0,8	+0,7	+0,5	+0,4	+0,3	+0,2	15
4	+1,3	+1,1	+0,9	+0,7	+0,6	+0,4	+0,3	+0,1	0,0	16
5	+1,3	+1,0	+0,8	+0,6	+0,4	+0,3	+0,1	—0,1	—0,4	17
6	+1,2	+0,9	+0,7	+0,5	+0,3	+0,1	—0,1	—0,4	—0,7	18
7	+1,1	+0,9	+0,6	+0,4	+0,2	0,0	—0,3	—0,6	—1,0	19
8	+1,1	+0,9	+0,6	+0,4	+0,2	—0,1	—0,3	—0,6	—1,1	20
9	+1,1	+0,9	+0,6	+0,4	+0,2	0,0	—0,3	—0,6	—1,0	21
10	+1,2	+0,9	+0,7	+0,5	+0,3	+0,1	—0,2	—0,4	—0,8	22
11	+1,2	+1,0	+0,8	+0,6	+0,4	+0,2	0,0	—0,2	—0,5	23
12	+1,3	+1,1	+0,9	+0,7	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	—0,1	24

Поправка II имеет один и тот же знак независимо от того, приходится ли брать местное звездное время в левом или правом столбце.

Поправка III

Календарная дата / Местное звездное время s	1 января 1980 г.	1 февраля 1980 г.	1 марта 1980 г.	1 апреля 1980 г.	1 мая 1980 г.	1 июня 1980 г.	1 июля 1980 г.	1 августа 1980 г.	1 сентября 1980 г.	1 октября 1980 г.	1 ноября 1980 г.	1 декабря 1980 г.	1 января 1981 г.	Календарная дата / Местное звездное время s
ч	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	ч
0	—0,8	—0,8	—0,7	—0,5	—0,4	—0,3	—0,3	—0,4	—0,6	—0,8	—1,0	—1,1	—1,2	0
1	—0,8	—0,8	—0,6	—0,5	—0,4	—0,2	—0,2	—0,3	—0,4	—0,6	—0,8	—1,0	—1,1	1
2	—0,6	—0,7	—0,6	—0,5	—0,3	—0,2	—0,1	—0,2	—0,2	—0,4	—0,6	—0,8	—0,9	2
3	—0,4	—0,5	—0,5	—0,4	—0,2	—0,1	0,0	0,0	0,0	—0,2	—0,4	—0,5	—0,7	3
4	—0,2	—0,4	—0,4	—0,3	—0,2	0,0	+0,1	+0,2	+0,2	+0,1	—0,1	—0,2	—0,4	4
5	0,0	—0,2	—0,2	—0,2	—0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,3	+0,2	0,0	—0,1	5
6	+0,2	0,0	—0,1	—0,1	0,0	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5	+0,5	+0,5	+0,4	+0,2	6
7	+0,4	+0,2	+0,1	0,0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,5	+0,6	+0,7	+0,7	+0,6	+0,5	7
8	+0,6	+0,4	+0,3	+0,2	+0,2	+0,3	+0,4	+0,6	+0,7	+0,8	+0,9	+0,8	+0,7	8
9	+0,7	+0,6	+0,4	+0,3	+0,2	+0,3	+0,4	+0,6	+0,8	+0,9	+1,0	+1,0	+0,9	9
10	+0,8	+0,7	+0,6	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,6	+0,8	+0,9	+1,1	+1,1	+1,1	10
11	+0,9	+0,8	+0,6	+0,5	+0,4	+0,3	+0,4	+0,5	+0,7	+0,9	+1,0	+1,2	+1,2	11
12	+0,8	+0,8	+0,7	+0,5	+0,4	+0,3	+0,3	+0,4	+0,6	+0,8	+1,0	+1,1	+1,2	12
13	+0,8	+0,8	+0,6	+0,5	+0,4	+0,2	+0,2	+0,3	+0,4	+0,6	+0,8	+1,0	+1,1	13
14	+0,6	+0,7	+0,6	+0,5	+0,3	+0,2	+0,1	+0,2	+0,2	+0,4	+0,6	+0,8	+0,9	14
15	+0,4	+0,5	+0,5	+0,4	+0,2	+0,1	0,0	0,0	0,0	+0,2	+0,4	+0,5	+0,7	15
16	+0,2	+0,4	+0,4	+0,3	+0,2	0,0	—0,1	—0,2	—0,2	—0,1	+0,1	+0,2	+0,4	16
17	0	+0,2	+0,2	+0,2	+0,1	—0,1	—0,2	—0,3	—0,4	—0,3	—0,2	0,0	+0,1	17
18	—0,2	0,0	+0,1	+0,1	0,0	—0,2	—0,3	—0,4	—0,5	—0,5	—0,5	—0,4	—0,2	18
19	—0,4	—0,2	—0,1	0,0	—0,1	—0,2	—0,4	—0,5	—0,6	—0,7	—0,7	—0,6	—0,5	19
20	—0,6	—0,4	—0,3	—0,2	—0,2	—0,3	—0,4	—0,6	—0,7	—0,8	—0,9	—0,8	—0,7	20
21	—0,7	—0,6	—0,4	—0,3	—0,2	—0,3	—0,4	—0,6	—0,8	—0,9	—1,0	—1,0	—0,9	21
22	—0,8	—0,7	—0,6	—0,4	—0,3	—0,3	—0,4	—0,6	—0,8	—0,9	—1,1	—1,1	—1,1	22
23	—0,9	—0,8	—0,6	—0,5	—0,4	—0,3	—0,4	—0,5	—0,7	—0,9	—1,0	—1,2	—1,2	23
24	—0,8	—0,8	—0,7	—0,5	—0,4	—0,3	—0,3	—0,4	—0,6	—0,8	—1,0	—1,1	—1,2	24

ВЫСОТЫ И АЗИМУТЫ ПОЛЯРНОЙ

Западные азимуты $a < 0$ / Местное звездное время s	$h-\varphi$	φ 35°	40°	45°	50°	55°	60°	62°	64°	66°	68°	70°	Восточные азимуты $a > 0$ / Местное звездное время s
ч м	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	′	ч м
2 12	+50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 12
2 32	+49	5	6	6	7	8	9	9	10	11	12	13	1 52
2 52	+49	11	11	12	14	15	18	19	20	22	24	26	1 32
3 12	+48	16	17	18	20	23	26	28	30	33	35	39	1 12
3 32	+47	21	22	24	27	30	35	37	40	43	47	52	0 52
3 52	+45	26	28	30	33	37	43	46	49	53	58	64	0 32
4 12	+43	31	33	36	39	44	51	54	58	63	68	75	0 12
4 32	+41	35	38	41	45	50	58	62	66	72	78	86	23 52
4 52	+38	39	42	46	50	56	65	69	74	80	87	96	23 32
5 12	+35	43	46	50	55	62	71	76	82	88	96	105	23 12
5 32	+32	47	50	54	60	67	77	82	88	95	104	114	22 52
5 52	+28	50	53	58	64	72	82	88	94	102	111	121	22 32
6 12	+25	53	56	61	67	76	87	93	99	107	117	128	22 12
6 32	+21	55	59	64	70	79	91	97	104	112	122	134	21 52
6 52	+17	57	61	66	73	82	94	100	107	116	126	138	21 32
7 12	+13	59	63	68	75	84	96	103	110	119	129	141	21 12
7 32	+ 9	60	64	69	76	85	98	104	112	121	131	144	20 52
7 52	+ 4	60	65	70	77	86	99	105	113	122	132	145	20 32
8 12	0	61	65	70	77	86	99	106	113	122	132	145	20 12
8 32	— 4	60	64	70	77	86	99	105	112	121	131	144	19 52
8 52	— 9	60	64	69	76	85	97	104	111	119	130	142	19 32
9 12	—13	58	62	67	74	83	95	101	108	117	127	139	19 12
9 32	—17	57	61	66	72	81	92	98	105	113	123	134	18 52
9 52	—21	55	58	63	69	78	89	95	101	109	118	129	18 32
10 12	—25	52	56	60	66	74	85	90	97	104	113	123	18 12
10 32	—28	49	53	57	63	70	80	85	91	98	106	116	17 52
10 52	—32	46	49	53	58	65	75	80	85	91	99	108	17 32
11 12	—35	43	45	49	54	60	69	73	78	84	91	100	17 12
11 32	—38	39	41	45	49	55	63	67	71	76	83	90	16 52
11 52	—41	34	37	40	44	49	56	59	63	68	74	81	16 32
12 12	—43	30	32	35	38	42	49	52	55	59	64	70	16 12
12 32	—45	25	27	29	32	36	41	44	47	50	54	59	15 52
12 52	—47	21	22	24	26	29	33	35	38	40	44	48	15 32
13 12	—48	16	17	18	20	22	25	27	28	31	33	36	15 12
13 32	—49	10	11	12	13	15	17	18	19	21	22	24	14 52
13 52	—49	5	6	6	7	7	8	9	10	10	11	12	14 32
14 12	—50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14 12

Дата		α	δ	Дата		α	δ
1980		ч м	° ′ ″	1980		ч м	° ′ ″
Январь	1	2 12,9	+89 10 35,6	Июль	9	2 12,1	+89 10 6,1
	11	12,6	37,1		19	12,4	6,3
	21	12,4	38,3		29	12,6	6,9
	31	12,1	38,6	Август	8	12,9	8,0
Февраль	10	11,9	38,1		18	13,1	9,6
	20	11,6	37,2		28	13,3	11,8
Март	1	11,4	35,7	Сентябрь	7	13,6	14,3
	11	11,2	33,4		17	13,8	17,1
	21	11,1	30,9		27	13,9	20,3
	31	10,9	28,1	Октябрь	7	14,0	23,9
Апрель	10	10,9	25,1		17	14,1	27,4
	20	10,9	21,9		27	14,2	31,6
	30	10,9	18,8	Ноябрь	6	14,2	35,0
Май	10	10,9	16,0		16	14,2	38,7
	20	11,1	13,3		26	14,1	42,2
	30	11,2	10,8	Декабрь	6	14,0	45,4
Июнь	9	11,4	9,0		16	13,9	48,4
	19	11,6	7,6		26	13,7	50,9
	29	11,9	6,6	1981			
				Январь	5	13,6	52,7

К ВЫЧИСЛЕНИЮ КООРДИНАТ ЗВЕЗД

В Постоянной части Астрономического Календаря (изд. 6-е, табл. 28а) опубликованы средние места 695 звезд ярче $4^m,5$ для равноденствия 1975, 0.

Для получения средних координат звезды для другого равноденствия T необходимо учесть влияние на координаты звезд прецессии и собственного движения за время (T — 1975, 0).

Величину годичной прецессии по прямому восхождению P_α и по склонению P_δ можно найти по табл. 27а и 27б Постоянной части АК. Однако при вычислении средних координат звезд для другого равноденствия T удобнее пользоваться годовыми изменениями по α и δ, включающими в себя прецессию и собственное движение.

Годовые изменения приведены для каждой звезды в той же табл. 28а. Вычисления производятся тогда по формулам

$$\left.\begin{aligned} \alpha_T &= \alpha_{1975} + (\text{год. изм.})_\alpha (T - 1975{,}0), \\ \delta_T &= \delta_{1975} + (\text{год. изм.})_\delta (T - 1975{,}0). \end{aligned}\right\} \qquad (1)$$

Вычисления видимых координат звезды можно производить по формулам [см. П. ч. АК. изд. 6-е, § 13, формулы (1,61) и (1,62)]:

$$\left.\begin{aligned} \alpha' &= \alpha_0 + Aa + Bb + Cc + Dd + E, \\ \delta' &= \delta_0 + Aa' + Bb' + Cc' + Dd', \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

или

$$\left.\begin{aligned} \alpha' &= \alpha_0 + f^c + \frac{1}{15} g \sin (G + \alpha_0) \operatorname{tg} \delta_0 + \frac{1}{15} h \sin (H + \alpha_0) \sec \delta_0, \\ \delta' &= \delta_0 + g \cos (G + \alpha_0) + h \cos (H + \alpha_0) \sin \delta_0 + i \cos \delta_0. \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Здесь α_0 и δ_0 — средние координаты звезды для начала года T, α' и δ' — видимые координаты для заданного момента t.

Величины a, b, c, d, a', b', c', d' зависят от координат звезд и даны в табл. 28а Постоянной части АК.

Величины A, B, C, D, E, а также f, g, G, H, h и i зависят от времени и даны в двух вспомогательных таблицах на стр. 161 —162 через каждые десять суток, кроме величины E, которая меньше $0^c,01$ и поэтому при вычислении координат с точностью до $0^c,1$ ею можно пренебречь.

С 1960 г. принято прецессию учитывать для первой половины года от начала данного года до заданного момента t, а для второй половины года — от начала следующего года. Поэтому редукционные величины 1 июля имеют разрыв, и если заданный момент t относится к первой половине года (до 1 июля), то в формулах (2) и (3) средние координаты надо брать для равноденствия 1980,0; если же заданный момент относится ко второй половине года (после 1 июля), то средние координаты берутся для равноденствия 1981,0.

Пример. Найти видимые координаты звезды α Близнецов для $0^ч$ всемирного времени 16 августа 1980 года.

Эта звезда в табл. 28а Постоянной части АК. значится под № 222. Из этой таблицы выписываем для звезды α Близнецов исходные данные.

$$\alpha_{1975} = 7^ч33^м00^c,3 \qquad \delta_{1975} = +31°56'40''$$
$$(\text{год. изм.})_\alpha = +3^c,83 \qquad (\text{год. изм.})_\delta = -8'',0$$
$$a = +0{,}191 \qquad a' = -0{,}395$$
$$b = -0{,}016 \qquad b' = -0{,}919$$
$$c = -0{,}031 \qquad c' = -0{,}118$$
$$d = +0{,}072 \qquad d' = -0{,}209$$

Так как заданный момент относится ко второй половине года, то средние координаты по формулам (1) следует вычислить на начало 1981 г.

$$\alpha_{1981} = 7^{ч}33^{м}00^{с},3 + 3^{с},83\ (+6) = 7^{ч}33^{м}23^{с},28,$$
$$\delta_{1981} = +31°56'40'' + (-8,0)\cdot(+6) = 31°\,55'\,52'',0.$$

Затем из таблицы на стр. 161 настоящего выпуска Календаря находим для 16 августа 1980 г.:

$$A = -11'',62,\quad B = +6'',9,\quad C = +15'',1,\quad D = -12'',2.$$

По формулам (2), считая $E = 0$ и принимая за α_0 и δ_0 средние координаты, вычисленные на начало 1981 г., находим видимые координаты α Близнецов:

$$\alpha' = 7^{ч}33^{м}23^{с},28 + (-11,62)\cdot(+0,191) + (+6,9)\cdot(-0,016) + \\ + (+15,1)\cdot(-0,031) + (-12,2)\cdot(+0,072),$$
$$\delta' = +31°\,55'\,52'',0 + (-11,62)\cdot(-0,395) + (+6,9)\cdot(-0,919) + \\ + (+15,1)\,(-0,118) + (-12,2)\,(-0,209),$$

Произведя арифметические подсчеты, получаем:

$$\alpha' = 7^{ч}33^{м}23^{с},28 - 3^{с},68 = 7^{ч}33^{м}19^{с},6,$$
$$\delta' = +31°\,55'\,52'',0 - 1'',0 = +31°\,55'\,51''.$$

Полученные видимые координаты относятся к $0^{ч}$ всемирного времени 16 августа 1980 г. Точность, с которой они получены, делает излишней их интерполяцию на момент наблюдения.

При вычислении видимых координат по формулам (3) из вспомогательной таблицы на стр. 162 настоящего выпуска Календаря выписываются редукционные величины f, g, G, H, h, i для заданной даты. В нашем примере для 16 августа 1980 г. они будут следующими:

$$f = -1^{с},79,\qquad g = 13'',6,\qquad G = 10^{ч},0,$$
$$h = 19'',5,\qquad i = +6'',5,\qquad H = 8^{ч},6.$$

Редукции $\Delta\alpha$ и $\Delta\delta$ для приведения на видимое место, которые также надо прибавлять к средним координатам для начала 1981 г., вычисленные по формуле (3), получаются равными

$$\Delta\alpha = -3^{с},69,\quad \Delta\delta = -0'',96,$$

т. е. практически такими же, как и по формулам (2).

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТАБЛИЦЫ ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ ВИДИМЫХ МЕСТ ЗВЕЗД

Редукционные величины *A*, *B*, *C*, *D*

(для $0^ч$ всемирного времени)

Дата		*A*	*B*	*C*	*D*
		″	″	″	″
Январь	1	−3,14	+8,7	− 2,8	+20,2
	11	−2,48	+8,6	− 6,4	+19,3
	21	−1,86	+8,4	− 9,4	+17,7
	31	−1,30	+8,2	−12,1	+15,6
Февраль	10	−0,80	+7,9	−14,5	+13,1
	20	−0,37	+7,7	−16,4	+10,1
Март	1	+0,01	+7,5	−17,7	+ 6,8
	11	+0,35	+7,3	−18,5	+ 3,4
	21	+0,67	+7,3	−18,8	− 0,2
	31	+1,00	+7,2	−18,5	− 3,7
Апрель	10	+1,34	+7,3	−17,6	− 7,1
	20	+1,73	+7,4	−16,3	−10,3
	30	+2,16	+7,5	−14,4	−13,1
Май	10	+2,65	+7,7	−12,2	−15,6
	20	+3,20	+7,8	− 9,6	−17,6
	30	+3,79	+7,9	− 6,8	−19,1
Июнь	9	+4,42	+7,9	− 3,8	−20,1
	19	+5,08	+7,9	− 0,4	−20,5
	29	+5,73	+7,8	+ 2,4	−20,3
Июль	9	−13,67	+7,7	+ 5,5	−19,6
	19	−13,06	+7,5	+ 8,4	−18,3
	29	−12,49	+7,3	+11,1	−16,6
Август	8	−11,90	+7,1	+13,4	−14,3
	18	−11,52	+6,8	+15,5	−11,7
	28	−11,11	+6,6	+17,0	− 8,7
Сентябрь	7	−10,74	+6,4	+18,1	− 5,5
	17	−10,40	+6,3	+18,7	− 2,0
	27	−10,08	+6,3	+18,8	+ 1,4
Октябрь	7	−9,74	+6,3	+18,3	+ 4,9
	17	−9,38	+6,3	+17,2	+ 8,3
	27	−8,97	+6,4	+15,6	+11,4
Ноябрь	6	−8,50	+6,6	+13,6	+14,2
	16	−7,96	+6,7	+11,1	+16,5
	26	−7,36	+6,8	+ 8,3	+18,4
Декабрь	6	−6,72	+6,9	+ 5,2	+19,7
	16	−6,03	+6,9	+ 1,9	+20,4
	26	−5,34	+6,8	− 1,4	+20,4

Редукционные величины G, H, g, h, i, f
(для $0^ч$ всемирного времени)

Дата		G	H	g	h	i	f
		ч	ч	″	″	″	с
Январь	1	7,3	23,4	9,3	20,4	—1,4	—0,48
	11	7,1	22,8	8,9	20,3	—2,8	—0,39
	21	6,8	22,1	8,5	20,1	—4,1	—0,28
	31	6,6	21,5	8,3	19,8	—5,3	—0,19
Февраль	10	6,4	20,8	8,0	19,5	—6,3	—0,14
	20	6,2	20,1	7,6	19,2	—7,1	—0,06
Март	1	6,0	19,4	7,4	19,0	—7,7	+0,01
	11	5,8	18,7	7,4	18,8	—8,0	+0,05
	21	5,7	18,0	7,3	18,8	—8,2	+0,10
	31	5,5	17,2	7,2	18,8	—8,0	+0,15
Апрель	10	5,3	16,5	7,5	19,0	—7,6	+0,21
	20	5,1	15,8	7,7	19,2	—7,1	+0,27
	30	5,0	15,2	7,8	19,5	—6,3	+0,32
Май	10	4,7	14,5	8,1	19,8	—5,3	+0,41
	20	4,5	13,9	8,5	20,1	—4,2	+0,50
	30	4,3	13,3	8,8	20,3	—3,0	+0,57
Июнь	9	4,1	12,7	9,0	20,4	—1,7	+0,67
	19	3,8	12,1	9,4	20,5	—0,3	+0,79
	29	3,6	11,5	9,8	20,5	+1,1	+0,88
Июль	9	10,0	11,0	15,8	20,4	+2,4	—2,11
	19	10,0	10,4	15,1	20,2	+3,6	—2,01
	29	10,0	9,8	14,4	19,9	+4,8	—1,91
Август	8	9,9	9,1	13,9	19,7	+5,8	—1,83
	18	10,0	8,5	13,5	19,4	+6,7	—1,78
	28	10,0	7,8	12,9	19,1	+7,4	—1,70
Сентябрь	7	9,9	7,1	12,5	18,9	+7,9	—1,64
	17	9,9	6,4	12,3	18,8	+8,1	—1,61
	27	9,9	5,7	11,9	18,8	+8,1	—1,56
Октябрь	7	9,8	5,0	11,5	18,9	+7,9	—1,49
	17	9,7	4,3	11,3	19,1	+7,5	—1,44
	27	9,6	3,6	11,1	19,3	+6,8	—1,38
Ноябрь	6	9,5	2,9	10,7	19,6	+5,9	—1,31
	16	9,3	2,3	10,3	19,9	+4,8	—1,22
	26	9,1	1,6	10,0	20,2	+3,6	—1,12
Декабрь	6	9,0	1,0	9,7	20,4	+2,2	—1,04
	16	8,8	0,4	9,1	20,5	+0,8	—0,93
	26	8,5	23,7	8,6	20,5	—0,6	—0,81

ОТДЕЛ ВТОРОЙ
ПРИЛОЖЕНИЯ

СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ В 1977 ГОДУ

Р. С. Гневышева

В течение 1977 г. на Солнце наблюдалось 185 групп пятен, т. е. почти в 2,5 раза больше, чем в 1976 г. Таким образом новый, 21-й цикл солнечной активности весьма энергично вступил в свои права. В 1976 г. количества северных и южных групп были примерно одинаковы. В 1977 г. число южных групп увеличилось в полтора раза, а северных — в 3,5. В результате резко изменилась картина распределения групп между полушариями (т. е. между северной и южной половинами видимого диска Солнца): северных групп в 1977 г. стало почти вдвое больше, чем южных.

Таблица I

Год	Количество групп			Год	Количество групп		
	с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	всего		с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	всего
1974	80	105	185	1976	36	41	77
1975	68	43	111	1977	121	64	185

Однако это не повлекло за собой изменения соотношения средней за год площади пятен *) на севере и на юге: и в 1976 г. и в 1977 г. среднегодовая площадь пятен северной половины диска одинаково (на 40%) превосходила площадь пятен южной половины. Это указывает на то, что в 1977 г. южные группы в среднем были крупнее северных.

*) Площадь пятен, как обычно, выражена в миллионных долях полусферы Солнца (м. д. п.).

Таблица II

Год	Площадь пятен, выраженная в миллионных долях полусферы Солнца (м. д. п.)			
	с $\varphi > 0$	с $\varphi < 0$	на всем диске	в центральной зоне
1974	153	266	419	149
1975	124	49	173	65
1976	105	75	180	63
1977	198	141	339	91

В таблице III приведены ежемесячные средние значения площади пятен на всем диске Солнца.

Таблица III

Год / Месяц	1974	1975	1976	1977
Январь	229	171	129	166
Февраль	280	84	13	232
Март	157	61	340	45
Апрель	474	13	410	129
Май	394	65	105	122
Июнь	315	115	92	608
Июль	816	379	10	219
Август	450	701	339	258
Сентябрь	621	75	190	758
Октябрь	689	121	202	587
Ноябрь	331	253	105	282
Декабрь	272	37	228	659

В 1977 г. самая низкая активность была в марте, а самая высокая — в сентябре, причем существенный подъем ее произошел в июне. Это хорошо видно по средним величинам, подсчитанным отдельно для первых пяти и последующих семи месяцев. Если первое составило 139 м. д. п., то второе — 482, т. е. в 3,5 раза больше. Картина в северной и южной половинах диска похожая, но в северной выражена более резко (90 и 177 — на юге, 49 и 305 — на севере).

В таблице IV приведены среднемесячные числа Вольфа на всем диске Солнца.

Таблица IV

Год / Месяц	1974	1975	1976	1977
Январь	40,4	25,5	11,6	20,8
Февраль	38,6	13,7	6,1	33,8
Март	27,6	15,7	32,0	11,4
Апрель	55,6	6,6	27,7	16,0
Май	47,7	10,8	16,5	27,3
Июнь	44,7	14,1	18,9	55,9
Июль	71;3	37,7	3,4	28,4
Август	46,7	51,1	21,1	48,9
Сентябрь	50,5	20,0	17,8	70,3
Октябрь	71,3	11,4	27,1	67,6
Ноябрь	30,8	27,2	6,1	46,9
Декабрь	25,4	9,8	22,5	61,5

И здесь наблюдается подъем в июне. Среднее число Вольфа за пять первых месяцев было 21,9, а за остальные семь — 54,2. Экстремальные значения числа Вольфа так же, как и площади пятен, были в марте и сентябре, но соотношение их существенно более умеренное: средняя площадь пятен в марте была меньше, чем в сентябре почти в 17 раз, а число Вольфа — только в шесть раз.

Таблица V

Год	Весь диск	Центр. зона	Год	Весь диск	Центр. зона
1974	45,9	19,2	1976	17,6	6,6
1975	20,3	9,2	1977	40,7	11,9

Из таблицы V видно, что в центральной зоне от 1976 к 1977 г. число Вольфа возросло меньше, чем на всем диске. Это объясняется тем, что средняя широта групп в 1977 г. существенно выше, чем в 1976 г. (см. табл. IX).

Таблица VI

Год	Количество повторяющихся групп			Год	Количество повторяющихся групп		
	с $\varphi>0$	с $\varphi<0$	всего		с $\varphi>0$	с $\varphi<0$	всего
1973	6	5	11	1975	2	1	3
1974	5	12	17	1976	4	1	5

Таблица VII

Год	Количество повторяющихся групп					
	с числом прохождений по диску					всего
	2	3	4	5	6	
1973	8	3	—	—	—	11
1974	12	3	—	2	—	17
1975	2	1	—	—	—	3
1976	2	3	—	—	—	5

В таблицах VI и VII содержатся сведения о повторяющихся группах пятен. Их было всего лишь пять в 1976 г. и ни одна из них не проходила по видимому диску Солнца более трех раз. По причинам, которые объяснялись неоднократно, данные о повторяющихся группах приводятся с запозданием на один год.

Таблица VIII

Площадь группы в м. д. п.	1974			1975			1976			1977		
	$\varphi>0$	$\varphi<0$	всего	$\varphi>0$	$\varphi<0$	всего	$\varphi>0$	$\varphi<0$	всего	$\varphi>0$	$\varphi<0$	всего
1—50	57	60	117	49	35	84	22	30	52	88	44	132
51—200	17	35	52	14	5	19	7	8	15	23	8	31
201—500	3	7	10	3	3	6	6	2	8	8	12	20
501—1000	3	3	6	1	0	1	1	1	2	2	0	2
>1000	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Всего	80	105	185	68	43	111	36	41	77	121	64	185

В таблице VIII приведены количества групп солнечных пятен с различной величиной их средней площади. В 1977 г.,

как и в предшествующем, не было ни одной группы со средней площадью, большей 1000 м. д. п. В таблице VIII мы находим подтверждение высказанному выше заключению, что в 1977 г. группы южного полушария были крупнее групп северного. Действительно, на юге количество групп пятен со средней площадью больше 200 м. д. п. (таблица VIII, три последние строки вместе) составило от общего числа южных групп 19% (12 от 64), а на севере такие группы составили всего лишь 8% от полного числа северных групп (10 от 121).

В 1977 г. средняя широта северных групп пятен была +22°,83, а южных —21°,73, что дает для всего диска среднее абсолютное значение широты 22°,45. Группы с широтой выше 30° в этом году уже не были редким исключением из общего числа. Их было 26: 21 в северной половине диска и 5 — в южной. Самая крупная из них имела среднюю площадь 286 м. д. п. С другой стороны, групп со средней широтой от ±25° до ±29°,5 было 34. Таким образом, широту 25° и выше в общей сложности имели 60 групп, т. е. почти треть от их полного числа.

Наоборот, больший интерес, пожалуй, представляли низкоширотные группы — группы «старого» цикла. Резко выделялись группы с широтой до ±10°. Всего их было 8, по 4 на юге и на севере. Их средние широты: +4°,12 и —6°,38. В таблице IX приведены средние широты групп пятен за последние 4 года.

Таблица IX

Годы	Средняя широта групп			Годы	Средняя широта групп		
	северных	южных	всех		северных	южных	всех
1974	+10°,22	—11°,30	10°,83	1976	+13,15	—14,51	13,87
1975	+8,44	—8,84	8,59	1977	+22,83	—21,73	22,45

Таблица X

Год	Среднегодовая площадь в м. д. п.		Год	Среднегодовая площадь в м. д. п.	
	кальциевые флоккулы	фотосферные факелы		кальциевые флоккулы	фотосферные факелы
1974	8500	3530	1976	3200	1310
1975	5100	1900	1977	9600	3180

В таблице X даны среднегодовые площади кальциевых флоккулов и фотосферных факелов в м. д. п. В 1977 г. обе они резко увеличились.

Среднегодовая яркость зеленой корональной линии (λ = 5303 Å) по наблюдениям на Горной станции Пулковской обсерватории равнялась 30, а красной (λ = 6374 Å) — 7 абсолютным единицам. Усреднение сделано обычным способом: 1) взято среднее из всех значений за год в 72-х позиционных углах (от 0° до 355°, через 5°) и 2) подсчитано среднее из полученных таким образом 72-х значений. Среднегодовые яркости корональных линий содержатся в таблице XI.

Таблица XI

Год	Яркость линий короны		Год	Яркость линий короны	
	5303 Å	6374 Å		5303 Å	6374 Å
1974	21	4	1976	16	3
1975	19	3	1977	30	7

На рис. 1 показано изменение с позиционным углом среднегодовой яркости зеленой и красной корональных линий в 1977 г. На рис. 2 приведены такие кривые для зеленой линии за 1976 и 1977 гг. Как видно из этого рисунка,

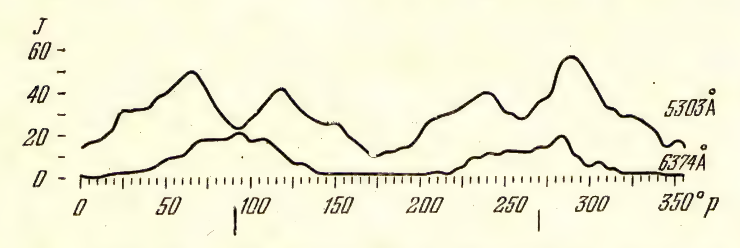


Рис. 1. Изменение с позиционным углом среднегодовой яркости зеленой (λ = 5303 Å) корональной линии (верхняя кривая) и красной (λ = 6374 Å) корональной линии (нижняя кривая) в 1977 г. По оси абсцисс отложены позиционные углы солнечного лимба, отсчитываемые от северного полюса Солнца к востоку; по оси ординат — яркость корональных линий в абсолютных единицах. Двумя вертикальными черточками отмечен солнечный экватор.

в 1977 г. кривая значительно более выразительна, чем в 1976 г. Околоэкваториальные максимумы вновь имеют по две вершины. Они раздвинуты по широте на 50—55°, и обе

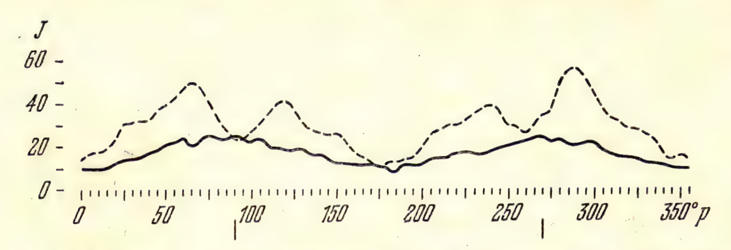


Рис. 2. Изменение с позиционным углом среднегодовой яркости зеленой корональной линии в 1976 г. (сплошная кривая) и в 1977 г. (прерывистая). Все обозначения те же, что и на рис. 1.

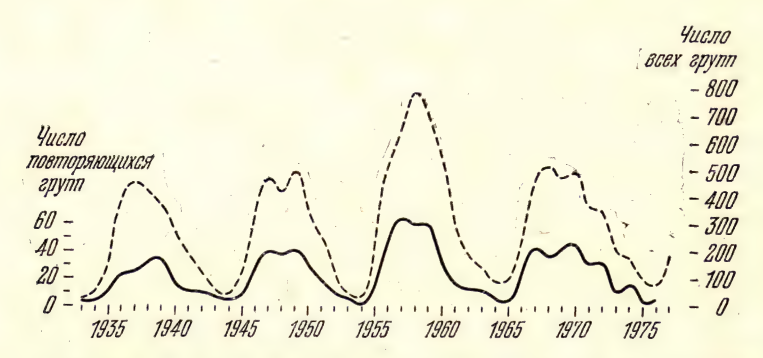


Рис. 3. Изменение числа всех групп солнечных пятен (прерывистая кривая) и повторяющихся групп (сплошная) с годами. По оси абсцисс отложены годы; по оси ординат: справа — число всех групп, слева — число повторяющихся групп.

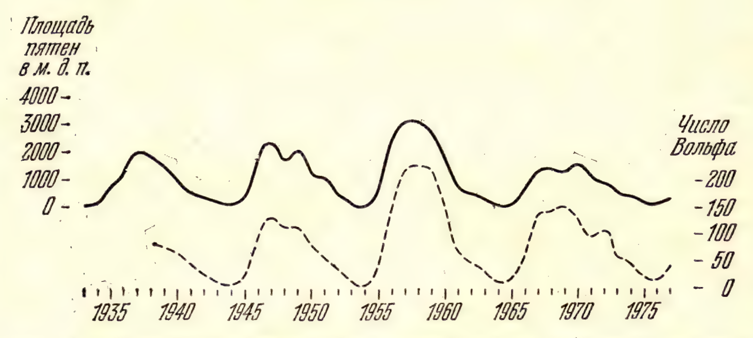


Рис. 4. Изменение среднегодовой площади пятен (сплошная кривая) и числá Вольфа (прерывистая) с годами. По оси абсцисс отложены годы; по оси ординат: слева — площадь пятен в м. д. п., справа — число Вольфа.

их северные вершины выше южных. Кривая сходна с теми, которые имели место в начале предыдущего цикла: четко выражена двухвершинность околоэкваториальных максимумов с примерно таким же расстоянием по широте ($\Delta\varphi$) между вершинами.

Если посмотреть все такие кривые, начиная с 1966 г. (в Астрономических Календарях с 1970 г.), то обнаружится интересная картина: сначала расстояние по широте между вершинами околоэкваториальных максимумов уменьшается, а затем, на ветви спада 11-летнего цикла, остается практически неизменным. В годы же минимума двухвершинность пропадает. Вот эти данные:

Годы	$\Delta\varphi$	Годы	$\Delta\varphi$
1966	около 50°	1972	около 25°
1967	» 45	1973	» 25
1968	» 40	1974	» 25
1969	около 30°	1975	нет
1970	» 25	1976	нет
1971	» 25	1977	около 50°

Не исключено, что это — характерная циклическая картина, но пока мы имеем данные только для одного цикла, говорить об этом рано. Поживем — увидим.

На рис. 3 представлено изменение количества всех групп солнечных пятен и повторяющихся групп с годами.

Рис. 4, на котором изображено изменение среднегодовых площади пятен и чисда́ Вольфа, показывает начинающийся в 1977 г. подъем обеих кривых.

Рисунки 3 и 4 воспроизводят данные таблицы из предисловия к Каталогу солнечной деятельности за 1977 год.

Как обычно, все таблицы содержат сведения за последние четыре года.

О ПУЛКОВСКОМ КАТАЛОГЕ СОЛНЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Р. С. Гневышева

Гринвичский каталог («Greenwich Photogeliographic Results»), издававшийся с 1874 г. и содержащий сведения о площадях солнечных пятен, 1976 годом завершает свое издание (из печати пока вышел по 1971 г. включительно).

С 1932 г. издается Пулковский каталог солнечной деятельности, причем уже сорок лет (1938—1977) он составляется одним и тем же автором.

В настоящее время перед исследователями, занимающимися вопросами солнечной активности и солнечно-земных связей и использующих для этих целей многолетние ряды солнечных данных, встает необходимость перехода от Гринвичского каталога к Пулковскому. Следовательно, чрезвычайно важен вопрос о соотношении систем площадей солнечных пятен, приводимых в этих каталогах.

Естественно, что перед автором этот вопрос встал не сегодня. Сравнение площадей пятен производилось уже неоднократно. Актуальность этого вопроса заставляет вновь к нему вернуться, а популярность настоящего издания, безусловно, позволяет надеяться на более широкое распространение среди заинтересованных лиц сведений о результатах сравнения между собой систем площадей пятен двух упомянутых каталогов. Итак, стоят два вопроса: 1) каково соотношение площадей солнечных пятен в Гринвичском и Пулковском каталогах и 2) насколько оно постоянно, т. е. насколько устойчивы обе системы площадей пятен.

Первые сравнения касались средних площадей групп пятен и среднемесячных значений запятненности за 1932—1936 гг. Результаты приведены в предисловии к Каталогу

солнечной деятельности за 1949—1951 гг. и в бюллетене КИСО № 8—9 за 1953 г. Далее сравнивались площади за годы максимумов солнечной активности 1949 и 1958 гг. Эта работа опубликована в Астрономическом журнале за 1967 г. (том 44, стр. 1220). Наконец, в «Солнечных данных» № 4 за 1976 г. очень подробно рассмотрен вопрос о сравнении как средних, так и ежедневных площадей пятен, причем большое внимание уделено однородности сравниваемого материала и вопросу об объединении пятен в группы.

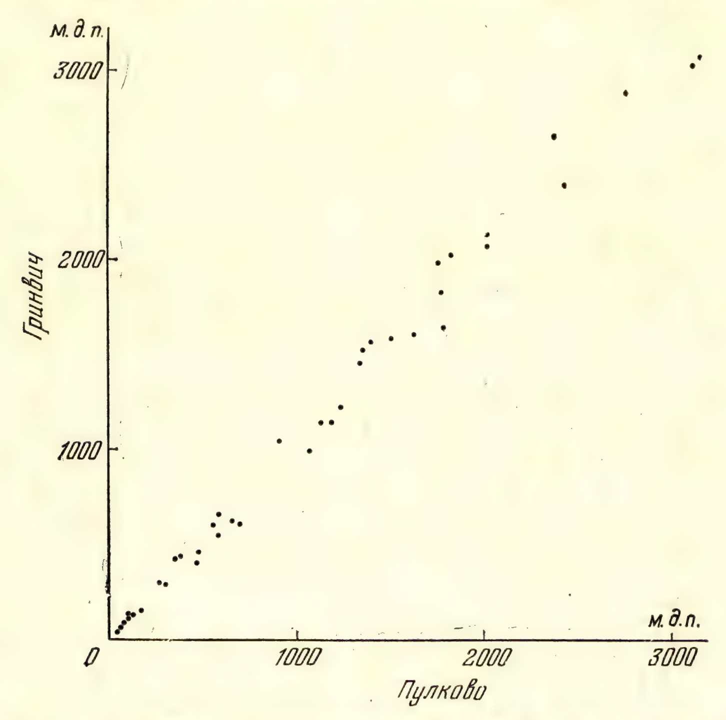


Рис. 1. Средние за год площади пятен в миллионных долях полусферы (м. д. п.) Солнца за 1933—1971 гг. По оси абсцисс отложены значения площади по Пулковскому каталогу, по оси ординат — по Гринвичскому.

Здесь же мы сравним между собой средние за год по всему диску Солнца значения площадей пятен, ибо накопились уже достаточные ряды (1933—1971).

В таблице I приведены значения площади по Пулковскому и Гринвичскому каталогам (столбцы 2 и 3 соответст-

венно) и отношения «пулковской» площади к «гринвичской» (последний столбец).

Рис. 1 представляет наглядно данные 2-го и 3-го столбцов таблицы 1.

Коэффициент корреляции между рядами площадей обоих каталогов

$$r = +0{,}995 \pm 0{,}0016.$$

Среднее значение отношения «пулковской» площади к «гринвичской» (последний столбец таблицы I) составляет 0,982.

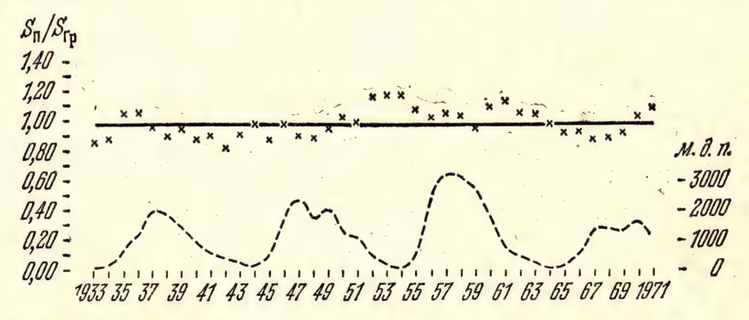


Рис. 2. Изменения отношения «пулковской» площади пятен к «гринвичской» с годами (крестики). Сплошной горизонтальной линией показано среднее значение этого отношения. Слева по оси ординат отложена величина отношений. Прерывистая кривая показывает изменение среднегодовой площади пятен по Пулковскому каталогу. Справа по оси ординат отложена площадь в м. д. п. По оси абсцисс отложены годы.

В верхней части рис. 2 крестиками нанесены эти отношения.

Флуктуации этой величины, естественно, зависят от колебаний системы не только Пулковского, но и Гринвичского каталога, и, следовательно, колебания системы каждого из них меньше этих флуктуаций.

В нижней части рис. 2 изображена кривая изменения средней за год площади пятен по Пулковскому каталогу. Связи между собой верхняя и нижняя части рисунка 2 не обнаруживают. Остановимся на группах, существовавших меньше суток. Они представляют собой мелкие пóры. Естественно, что для них имеет значение время наблюдения, т. е. различие в географических долготах, охваченных Гринвичской и советской службами. В статье в Астрономическом журнале подробно рассмотрен этот вопрос на при-

мере 1958 г. Здесь скажем только, что различия в числе мелких пор, лежащих на пределе разрешения, неизбежны, но не могут влиять на системы площадей пятен. Что касается объединения пятен в группы, то нередко оно вызывает немалые затруднения, потому что не существует объективных критериев, однозначно указывающих, какие пятна образуют одну группу (одну магнитную систему), какие — другую. Но каков бы ни был способ объединения пятен в группы (даже если их вовсе никак не объединить, а давать площадь каждого пятна в отдельности), их площадь от этого способа не зависит.

Таблица I

Год	$s_П$	$s_{Гр}$	$\frac{s_П}{s_{Гр}}$	Год	$s_П$	$s_{Гр}$	$\frac{s_П}{s_{Гр}}$
1933	76	88	0,864	1953	171	146	1,171
34	105	119	0,882	54	41	35	1,171
35	656	624	1,052	55	590	553	1,067
36	1193	1141	1,046	56	2443	2393	1,021
37	2015	2074	0,972	57	3165	3057	1,035
38	1827	2019	0,905	58	3116	3016	1,033
39	1506	1579	0,954	59	2760	2879	0,959
1940	914	1039	0,880	1960	1792	1642	1,091
41	592	658	0,990	61	695	614	1,132
42	346	423	0,818	62	479	458	1,046
43	268	295	0,908	63	296	288	1,028
44	123	126	0,976	64	55	56	0,982
45	376	429	0,876	65	105	114	0,921
46	1780	1817	0,980	66	555	595	0,933
47	2380	2637	0,903	67	1348	1524	0,885
48	1756	1977	0,888	68	1405	1571	0,894
49	2020	2129	0,949	69	1337	1452	0,921
1950	1245	1222	1,019	1970	1617	1596	1,019
51	1128	1136	0,993	71	1069	990	1,080
52	470	404	1,163				

Итак, на основании сравнения площадей пятен Пулковского и Гринвичского каталогов за 1932—1971 гг. можно сказать, что 1) каталоги практически идентичны и 2) системы площадей пятен за указанный период не изменились.

Это означает, что Пулковским каталогом можно пользоваться наряду с Гринвичским.

Теперь еще несколько слов о числах Вольфа. Как известно, существует ряд чисел Вольфа, уже в течение длительного времени публикуемый в Цюрихе. Он составляется

по данным большого количества обсерваторий, и поэтому смена наблюдателей и изменения условий наблюдения (происходящие на разных обсерваториях в разное время и дающих колебания в разные стороны) не могут привести к изменению цюрихской системы.

Пулковский каталог содержит числа Вольфа *W* только начиная с 1938 г. Так как в СССР Пулковский каталог распространен шире, чем зарубежные издания, то рядом чисел Вольфа Пулковского каталога пользуются, приводя его к цюрихскому с помощью соответствующего коэффициента. Поэтому интересно знать, какова устойчивость пулковского ряда чисел Вольфа. В предисловии к каталогу солнечной деятельности за 1949—1951 гг. и в бюллетене КИСО № 8—9 приведены результаты сравнения за годы 1938—1949. Теперь имеются данные по 1976 г. включительно. Цюрихские значения *W* взяты из «Astronomische Mitteilungen», в которых они публикуются ежегодно, а пулковские — из Пулковских каталогов за соответствующие годы. По последнему столбцу таблицы II мы отчетливо видим,

Таблица II

Год	Число Вольфа		Цюрих/Пулково	Год	Число Вольфа		Цюрих/Пулково
	Цюрих	Пулково			Цюрих	Пулково	
1938	109,5	83,4	1,31	1958	184,6	227,4	0,81
39	88,8	79,0	1,12	59	158,8	224,2	0,71
1940	67,7	67,8	1,00	1960	112,2	157,8	0,71
41	46,5	47,1	0,99	61	53,9	71,6	0,75
42	30,6	27,0	1,13	62	37,7	46,8	0,81
43	16,2	13,6	1,19	63	27,8	34,2	0,81
44	9,5	7,2	1,32	64	10,2	12,6	0,81
45	33,2	24,1	1,38	65	15,2	20,3	0,75
46	92,5	88,5	1,05	66	46,8	61,3	0,76
47	151,5	134,4	1,13	67	93,7	139,6	0,67
48	136,2	111,4	1,22	68	105,8	144,3	0,73
49	135,2	114,9	1,18	69	105,6	151,5	0,70
1950	83,9	80,2	1,05	1970	104,9	129,9	0,81
51	69,5	60,8	1,14	71	66,7	95,8	0,70
52	31,3	32,7	0,96	72	68,9	108,8	0,63
53	13,8	13,9	0,99	73	38,2	57,6	0,66
54	4,4	4,1	1,08	74	34,4	45,9	0,75
55	38,1	44,5	0,86	75	15,5	20,3	0,76
56	141,8	150,2	0,94	76	12,6	17,6	0,72
57	189,8	220,2	0,86				

что имеются два интервала: 1938—1954 и 1955—1976 гг. В первом отношение Цюриха к Пулкому в среднем составляет 1,07, во втором — 0,76, причем в оба периода величина отношения сохраняет удивительное для такого грубого индекса, как число Вольфа, постоянство. Изменение отношения в 1955 г. объясняется переходом на Кисловодской горной станции от наблюдений с менисковым телескопом к наблюдениям с фотосферно-хромосферным. С ним лучше видны пóры, что и сказалось на числах Вольфа Пулковского каталога, ибо его система чисел Вольфа основывается на наблюдениях Горной станции, охватывающих около 340 дней в году.

О постоянстве системы чисел Вольфа на самой Горной станции можно судить по коэффициентам перевода ее значений чисел Вольфа к цюрихским, которые тоже ежегодно публикуются Вальдмайером в «Astronomische Mitteilungen». В таблице III приведены эти коэффициенты.

Таблица III

Год	Число дней набл. на ГАС	k	Год	Число дней набл. на ГАС	k	Год	Число дней набл. на ГАС	k
1957	347	0,86	1964	340	0,77	1971	341	0,62
1958	337	0,79	1965	339	0,77	1972	350	0,65
1959	334	0,72	1966	343	0,80	1973	331	0,74
1960	337	0,72	1967	333	0,70	1974	336	0,82
1961	347	0,76	1968	332	0,77	1975	336	0,79
1962	345	0,79	1969	336	0,74	1976	324	0,78
1963	339	0,84	1970	330	0,72			

В среднем за приведенные годы коэффициент равен 0,76, т. е. той же величине, что и коэффициент перевода значений W Пулковского каталога в цюрихскую систему. И здесь мы видим хорошее постоянство коэффициента «k» перевода чисел Вольфа Кисловодской Горной станции к Цюриху. Следовательно, переводной множитель надежно приводит числа Вольфа Пулковского каталога к системе Цюриха.

НОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНЕТ И СПУТНИКОВ

В. А. Бронштэн

1978 год не побаловал астрономов новыми открытиями в области природы наиболее «популярных» планет: Венеры, Марса и даже Меркурия. Самое важное открытие пришло с далеких окраин Солнечной системы.

Система Плутона

Планета Плутон медленно приближается к Солнцу и к Земле. 22 января 1979 г. она вступила на тот небольшой отрезок своей орбиты, который расположен как бы внутри орбиты Нептуна. «Как бы» потому, что эти орбиты расположены в разных плоскостях, образуя угол 17°, причем линия узлов обеих орбит расположена так, что в этой ближайшей к Солнцу части своей орбиты Плутон находится на 10 а. е. севернее плоскости эклиптики. Из-за тесной соизмеримости периодов Нептуна и Плутона (их отношение 2 : 3) обе планеты не могут сближаться более чем на 18 а. е.

В прошлогоднем обзоре (АК 1979, с. 181) мы уже писали о неопределенностях в знании массы, диаметра, а следовательно, плотности и строения Плутона. По-видимому, природа решила «исправить» это положение и преподнесла астрономам новый сюрприз: у Плутона был открыт спутник.

22 июня 1978 г. астроном Морской обсерватории США во Флагстаффе (штат Аризона) Джеймс Кристи, просматривая фотографии Плутона, полученные на 155-сантиметровом астрономическом рефлекторе обсерватории в апреле и мае этого года, заметил, что изображение планеты заметно вытянуто. Были подняты пластинки с изображениями Плутона, полученные в 1965 и 1970 гг.; они показали то же самое. Наибольшая элонгация предполагаемого спутника

составила 0,9 секунды дуги, что на расстоянии Плутона соответствует 20 000 км. Таково должно быть расстояние от спутника до планеты.

Открытие было подтверждено специальными фотографиями, полученными на том же телескопе 2 и 5 июля 1978 г., а также на 4-метровом рефлекторе Межамериканской обсерватории в Серро Тололо (Чили) 6 июля 1978 г. Кроме того, спутник был обнаружен на фотографии, полученной в 1977 г. на 208-сантиметровом рефлекторе им. О. Струве обсерватории Мак-Дональда.



Фотография Плутона с его спутником. Снимок получен 155-сантиметровым рефлектором обсерватории Флагстафф (Аризона). Спутник слева вверху (Sky and Telescope, т. 56, № 3, сент. 1978 г.)

Измерение всех фотографий показало, что период обращения спутника вокруг Плутона равен 6,3867 суток (6 суток 9 часов 16 минут 51 секунда), т. е. периоду вращения самого Плутона около оси. Плутон и спутник обращены друг к другу одной стороной и вращаются, как бы скрепленные жестким стержнем.

Период обращения спутника позволил определить массу Плутона. Она составила 1 : 140 000 000 массы Солнца, или 1 : 422 массы Земли, или 1/5 массы Луны! Оценка массы Плутона, сделанная группой Данкомба на основе анализа возмущений в движении Урана, которую мы приводили в прошлогоднем обзоре, оказалась завышенной почти в 50 раз!

Тщательный анализ фотографий позволил сделать оценку размеров Плутона и его спутника. Диаметр Плутона оказался равным всего 2500 км. Это значит, что и по размерам Плутон уступает Луне. Звание самой маленькой из больших планет Солнечной системы теперь от Меркурия перейдет к Плутону — от самой близкой к Солнцу планеты к самой далекой. Средняя плотность Плутона, определяемая по его массе и диаметру, равна 1,75 г/см^3 — почти вдвое меньше средней плотности Луны. По-видимому, Плутон состоит из смеси горных пород и льдов. Напомним, что примерно такую же плотность имеют спутники планет-гигантов Ганимед, Каллисто и Титан (см. таблицу на с. 177

АК 1979). Но Плутон оказался почти вдвое меньше каждого из них по диаметру и на целый порядок по массе.

Несложный расчет показывает, что если взять реальный Марс и перенести его на расстояние Плутона, то он имел бы почти такой же блеск, как настоящий Плутон. Но Марс превышает Плутона по диаметру в 2,72 раза, по площади диска — в 7,4 раза. Значит, альбедо Плутона должно быть гораздо больше, чем у Марса — никак не меньше 0,5. Это означает, что бóльшая часть поверхности Плутона покрыта льдом.

И тут Плутон преподнес астрономам новый сюрприз. Исследование изменения блеска Плутона почти за 50 лет, прошедших с его открытия, показало, что по мере приближения планеты к Солнцу ее блеск возрастает медленнее, чем следовало бы *). Это означало, что альбедо планеты уменьшается с приближением ее к Солнцу. Возможно, что происходит таяние льдов на поверхности Плутона. Но тогда тающие льды — не водяного и даже не углекислого состава, а скорее всего метанового. Температура на поверхности Плутона в настоящее время около 50° К. Это примерно соответствует температуре фазового перехода метана из твердого в газообразное состояние при низких давлениях (каково давление атмосферы Плутона и существует ли она, нам пока неизвестно; скорость убегания на Плутоне равна 0,6 км/с). И действительно, фотометрия Плутона с узкополосными светофильтрами на 4-метровом рефлекторе в Серро Тololo привела американских ученых Д. Крукшенка, Д. Моррисона и К. Пилчера к выводу о наличии в его спектре полос метанового льда.

Вернемся к спутнику Плутона. Он пока еще не получил наименования. Блеск спутника на 2—3 звездные величины ниже, чем у самого Плутона. Это значит, что при равном альбедо он в 2,5—4 раза меньше своей планеты по диаметру, т. е. диаметр спутника составляет 600—1000 км. При той же плотности, что и у Плутона, масса спутника должна составлять 1/16—1/64 массы Плутона, иначе говоря, система Плутона может быть с полным правом названа двойной планетой.

Орбита спутника Плутона имеет почти нулевой эксцентриситет и наклонена на угол 105° к картинной плоскости,

---

*) Освещенность планеты солнечными лучами изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от Солнца. В той же пропорции изменяется площадь ее видимого диска, поэтому блеск планеты должен быть обратно пропорционален 4-й степени расстояния.

т. е. проецируется на небесную сферу в виде узкого эллипса. Направление движения обратное (по часовой стрелке, если смотреть с северного полюса). Северный полюс орбиты спутника имеет координаты: $\alpha = 18^h 26^m$, $\delta = +12°,3$ и находится у точки пересечения созвездий Орла, Геркулеса и Змееносца. По расчетам Л. Андерсона из Лунной и планетной лаборатории Аризонского университета Солнце пересекало плоскость орбиты спутника в 1817 и 1970 гг., в следующий раз пересечет в 2065 г. Земля в последний раз пересекала плоскость орбиты спутника Плутона в ноябре 1969 г., марте и сентябре 1970 г. В это время могли наблюдаться затмения и покрытия спутника Плутоном, и наоборот. К сожалению, проводить фотоэлектрические наблюдения Плутона Л. Андерсон и Дж. Фикс начали только в 1971 г. и захватить момент затмения не могли.

Как вращаются Уран и Нептун?

Еще в 1912 г. П. Лоуэлл и В. Слайфер по наклону спектральных линий в спектре Урана определили период его вращения вокруг оси в 10 ч. 45 м. Пять лет спустя Л. Кэмпбелл, изучив изменения блеска Урана, получил период, равный 10 ч. 49 м., который и вошел во все справочники по астрономии. В 1934 г., использовав тот же фотометрический метод, П. П. Паренаго независимо получил такой же период (10 ч. 49 м.).

С Нептуном было труднее: блеск его испытывал лишь очень слабые и неправильные колебания, а наклон линий был меньше, чем у Урана. Однако и для него был определен период вращения: 15 ч. 48 м., также вошедший во все астрономические справочники.

И вдруг новые спектры обеих планет, полученные в 1976 г. М. Белтоном и С. Хайес на Национальной обсерватории Китт-Пик (США) с помощью 4-метрового рефлектора, дали указание на гораздо более медленное вращение: за 23 часа у Урана и за 22 часа у Нептуна. Точность этих оценок невелика: ±4 часа. Одновременно Б. Смит на обсерватории Маунт Леммон Аризонского университета с помощью 1,5-метрового рефлектора измерил видимый диаметр Урана и получил величину 56 000 км вместо принимавшейся ранее 49 000 км. Если результат Б. Смита верен, то средняя плотность Урана будет уже не 1,58, а 1,06 г/см³, т. е. близка к плотности воды. Кроме того, фотографии Урана, полученные Б. Смитом, не показывают

признаков экваториального сжатия Урана (ранее оно оценивалось в 1/50 против 1/298 у Земли и 1/15,7 у Юпитера), что косвенно подтверждает результаты М. Белтона и С. Хайес.

Несколько групп астрономов на разных обсерваториях сделали попытку проверить этот результат и уточнить периоды вращения Урана и Нептуна. Результаты получились противоречивые. Так, Р. А. Браун и Р. Гуди по наклону фраунгоферовых линий в отраженном свете получили период вращения Урана 15 ч. 34 м. ±48 м. Л. Трэфтон, использовав записи профиля дублета фраунгоферовых линий 5723 Å в спектре Урана на куде-сканнере 2,7-метрового телескопа обсерватории Мак-Дональда, получил весьма грубую оценку периода вращения планеты 23 (+5, —2) часа. Дж. Трафер, Ф. Реслер и Г. Мюнч сравнили спектроскопические профили фраунгоферовой линии 5282 Å в спектрах Урана и Луны и получили скорость вращения Урана на экваторе 3,5 ± 0,4 км/с. Этому соответствует период вращения 13,96 ± 1,6 часа. Д. Крукшенк построил фотометрические кривые Нептуна на длинах волн 1,25 и 2,2 мкм и получил два правдоподобных периода вращения: 18 ч. 10,4 м. и 19 ч. 31,0 м. с возможной погрешностью ±0,3 м. Однако для того чтобы сделать между ними выбор, нужны дополнительные наблюдения. Дж. Локвуд и Д. Томпсон провели специальные фотометрические наблюдения Урана на 53-сантиметровом телескопе Ловелловской обсерватории с четырьмя фильтрами, из которых два были центрированы на полосы поглощения метана. Никаких периодических вариаций блеска, превышающих 0,003 зв. вел., обнаружено не было.

Вопрос о периодах вращения Урана и Нептуна остается открытым.

Новое о кольцах Урана

В прошлогоднем обзоре (АК 1979, с. 176) мы сообщали об открытии колец у Урана. Они были обнаружены при наблюдениях покрытия Ураном звезды SAO 158687 10 марта 1977 г. Первоначально было обнаружено пять колец, получивших обозначения греческими буквами: α, β, γ, δ, ε.

Новый, более тщательный анализ наблюдений этого покрытия, выполненный на Летающей обсерватории Койпера и на пяти наземных обсерваториях (Пекин, КНР; Найни-Тал и Кавалур, Индия; Перт, Австралия; Кейптаун, ЮАР),

был проведен американским астрономом Дж. Эллиотом из Корнельского университета совместно с четырьмя другими астрономами США и ЮАР. Выяснилось, что система колец Урана состоит не из пяти, а по крайней мере из девяти колец. Одно из новых колец, обозначенное буквой η, расположено между кольцами β и γ. Три других, обозначенные номерами 4, 5, 6, находятся внутри кольца α.

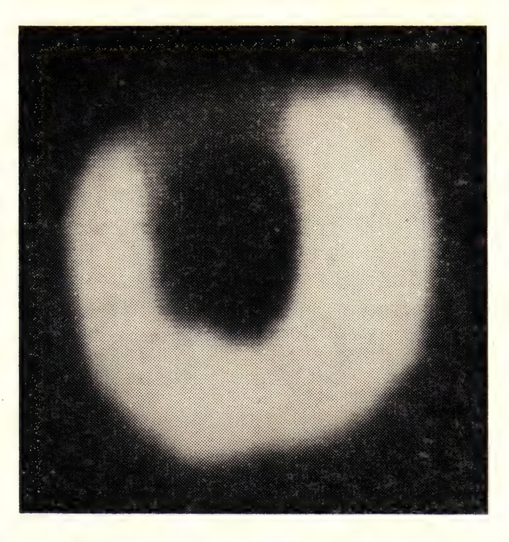
Открытие колец Урана заставило ученых заняться вычислениями предстоящих покрытий звезд этой планетой. Выяснилось, что 23 декабря 1977 г. должно произойти покрытие кольцами звезды 12-й величины. Р. Миллис и Л. Вассерман из обсерватории Ловелла отправились для наблюдений этого явления на Канарские острова. Несмотря на неблагоприятные условия (заря), им удалось подтвердить существование колец γ, δ и ε.

Более успешными были наблюдения покрытия другой звезды 12-й величины 10 апреля 1978 г. Э. Персон (США, обсерватории им. Хейла) наблюдал это явление на 2,5-метровом рефлекторе обсерватории Лас Кампанас (Чили). Обработка этих наблюдений, проведенная под руководством Ф. Никольсона в Калифорнийском технологическом институте, позволила обнаружить все пять «старых» колец и четыре новых, обозначенных буквами ϰ, ι, θ, η. В следующей табличке приведены радиусы колец в километрах.

Кольцо	Радиус, км		Кольцо	Радиус, км	
	Эллиот	Никольсон		Эллиот	Никольсон
6 = ϰ	41 980	42 088	η	47 323	47 290
5 = ι	42 360	42 349	γ	47 746	
4 = θ	42 663	42 618	δ	48 423	
α	44 844		ε	51 000	
β	45 799				

Кольцо ε не только шире всех остальных, но, по-видимому, имеет вытянутую, эллиптическую форму. Наблюдения в Кавалуре привели индийских астрономов Дж. Бхаттачария и М. Баппу к выводу, что промежутки между кольцами заполнены разреженным, протяженным веществом, скорее всего пылью. Американский астроном У. Синтон заново обработал снимки окрестностей Урана, полученные в 1972 и 1974 гг. с помощью электронно-оптического преобразователя с фильтром, центрированным на полосу

метана 8880 Å. Никаких объектов ярче 17-й звездной величины обнаружено не было. Это заставило У. Синтона сделать вывод, что кольца Урана — черные, их альбедо во всяком случае меньше 0,08, чем они резко отличаются от светлых колец Сатурна, состоящих скорее всего из ледяных частиц с альбедо 0,9 и более. Однако К. Метьюзу и Дж. Нейгебауэру удалось обнаружить кольца Урана на 5-метровом



Фотография колец Урана. Снимок получен 5-метровым рефлектором обсерватории Маунт Паломар 18 мая 1978 г. в инфракрасных лучах (Sky and Telescope, т. 56, № 6, дек. 1978 г.).

паломарском рефлекторе в инфракрасных лучах на волне 2,2 мк. На этой длине волны расположена сильная полоса поглощения метана и диск Урана выглядит абсолютно черным (альбедо 0,0001). Альбедо колец оказалось равным 0,03, как у самых темных астероидов и маленьких спутников Юпитера Гималии и Элары. Они действительно чернее сажи и толченого угля.

Открытие колец Урана заставило взяться за работу теоретиков. Первая теория колец была разработана и опубликована американскими астрономами С. Дермоттом и Т. Голдом еще в 1977 г. Согласно этой теории структура колец объясняется наличием орбитальных резонансов со спутниками Урана. И в самом деле, период частиц кольца α

составляет ровно 1/8 периода Ариэля, период кольца γ — 1/12 периода Умбриэля, период кольца ε — 1/23 периода Титании. Но больше всего резонансов, как показали К. Акснес и независимо П. Голдрейх и Ф. Никольсон, связано с самым близким и самым маленьким спутником Урана — Мирандой. Период частиц кольца α находится с периодом Миранды в отношении 2/9, период кольца β — 3/13, кольца δ — 1/4, кольца ε — 3/11. Кроме того, на частицы кольца действуют совместные возмущения от Миранды и каждого из остальных четырех спутников. «Крошечная Миранда берет реванш» — так озаглавили свою статью в весьма солидном научном журнале «Nature» П. Голдрейх и Ф. Никольсон.

Идея о том, что не только Сатурн, но и другие планеты-гиганты могут быть окружены кольцами из малых тел кометно-метеороидной природы, была высказана еще в начале 60-х годов советским ученым С. К. Всехсвятским. За предсказание открытия колец Урана советский астроном был удостоен специальной медали Астрономического совета АН СССР «За открытие новых небесных объектов», которая была торжественно вручена ему на пленуме Астросовета в Ереване 3 ноября 1978 г.

Новая планета Хирон

Просматривая фотографии неба, полученные на 122-сантиметровом телескопе Шмидта Паломарской обсерватории в октябре 1977 г., астроном Ч. Ковал обнаружил на снимках за 18 и 19 октября слабый движущийся объект 18—19-й звездной величины. Это не мог быть астероид, потому что объект двигался очень медленно. Для кометы он имел слишком звездообразный вид. Объекту присвоили предварительное обозначение 1977 UB, за ним стали следить. Была вычислена предварительная орбита и эфемериды на прошлое и будущее, по которым удалось найти этот объект на фотографиях, полученных 17 ноября и 16 декабря 1976 г., 23 августа 1952 г., 8 марта 1943 г., 23 января 1941 г. и даже 24 апреля 1895 г. Ряд наблюдений более чем за 80 лет позволил легко вычислить окончательную орбиту небесного тела с учетом возмущений от пяти больших планет. Большая полуось орбиты этой мини-планеты оказалась равной 13,7 а. е., период обращения 50,7 года, эксцентриситет орбиты — 0,379, наклонение к эклиптике — 7°. Новый член Солнечной системы получил название

Хирон, — по имени центавра, воспитывавшего маленького Зевса в период его детства.

Элементы орбиты Хирона показывают, что мы имеем дело с представителем нового класса тел Солнечной системы. Судя по его блеску, он имеет в поперечнике от 450 до 800 км, т. е. это тело астероидальных размеров. Но вся его орбита лежит не только вне пояса астероидов, но и вне орбит Юпитера и Сатурна. Правда, в перигелии Хирон слегка заходит внутрь орбиты Сатурна, приближаясь к Солнцу до 8,5 а. е. Сейчас Хирон приближается к перигелию, который он пройдет в феврале 1996 г. Но его период находится в соизмеримости 5 : 3 с периодом Сатурна, поэтому сближение с Сатурном Хирону не угрожает: в период трех последовательных прохождений Хироном перигелия Сатурн будет каждый раз в другой, достаточно удаленной части своей орбиты, а через три оборота Хирона (и пять оборотов Сатурна) их взаимные расположения будут повторяться.

Возникает вопрос, является ли Хирон единственным в своем роде или же он только первый представитель «засатурнова» пояса астероидов? Пока ответить на этот вопрос мы не можем, но возможность существования тел астероидальных размеров на больших расстояниях от Солнца отнюдь не исключена.

Фобос и Деймос

Исполнилось 100 лет со времени открытия спутников Марса Асафом Холлом в 1877 г. Точно в столетнюю годовщину открытия Деймоса, 11 августа 1977 г., в Морской обсерватории США в Вашингтоне (где и было сделано открытие) открылся специальный симпозиум, посвященный природе спутников Марса. Его труды были опубликованы отдельным томом «Vistas in Astronomy» уже в 1978 г. Доклады участников симпозиума были посвящены истории открытия Фобоса и Деймоса, их орбитам и позиционным наблюдениям, результатам их фотографирования с космических аппаратов, структуре поверхностей, динамической эволюции и происхождению.

Последние годы дали много нового в познании природы этих крошечных тел Солнечной системы. И, что особенно важно, многое, что мы узнали о строении Фобоса и Деймоса, может быть обобщено, распространено на другие тела Солнечной системы. Усеянная кратерами поверхность Фобоса и Деймоса говорит нам об интенсивности метеоритной

бомбардировки не только спутников, но и самого Марса. Распределение кратеров по размерам как бы отражает распределение по размерам бомбардировавших их метеороидов: ведь на Фобосе и Деймосе нет атмосферы, там не протекали процессы водной и ветровой эрозии, единственный вид эрозии, меняющей формы поверхности и рельефа, это все та же метеоритная бомбардировка (в том числе телами весьма малых размеров, но зато гораздо более многочисленными).



Фотография поверхности Фобоса, полученная орбитальным отсеком космического аппарата «Викинг-1».

Впрочем, на поверхности Фобоса мы видим и следы других процессов, на первый взгляд не связанных с метеоритной бомбардировкой. Это пока еще загадочные длинные параллельные борозды, сфотографированные приборами «Викингов», тянущиеся на десятки километров в длину

и имеющие 100—200 м в ширину и 20—30 м в глубину. Фотографии показывают, что борозды пересекают наиболее древние кратеры, зато молодые кратеры в свою очередь накладываются на борозды. Это значит, что борозды образовались где-то в середине жизненного пути Фобоса. Но каким образом? По этому поводу были выдвинуты две гипотезы.

Американские ученые С. Сотер и А. Гаррис предположили, что борозды образовались в результате изменения фигуры спутника под действием роста приливных сил, по мере приближения Фобоса к Марсу. Сейчас можно считать окончательно установленным, что Фобос, испытывая приливное торможение — от приливных горбов в коре Марса, создаваемых его притяжением, — приближается постепенно к планете и ускоряет свой бег по орбите. Этот факт впервые обнаружил в 1945 г. американский астроном Б. Шарплесс, а количественное объяснение его приливными эффектами дал в 1959 г. член-корреспондент АН СССР Н. Н. Парийский. Благодаря работам группы советских теоретиков во главе с В. А. Шором (Институт теоретической астрономии АН СССР) и американского астронома А. Синклера уточнена величина приливного ускорения Фобоса на орбите. Как и предполагал Б. Шарплесс, Фобос должен через десятки миллионов лет упасть на Марс. Но «срок жизни» Фобоса продлен новыми работами по сравнению с оценкой Б. Шарплесса (15 млн. лет) — до 30 млн. лет по Шору и до 50—70 млн. лет по Синклеру. Какой именно срок ближе к истине, покажут будущие исследования. Возможно, что Фобос не упадет на Марс в целом виде, а прежде будет разорван приливными силами на рой мелких тел, которые и будут постепенно выпадать на Марс.

На Деймосе борозды не обнаружены. С точки зрения гипотезы Сотера и Гарриса, это связано с тем, что он находится дальше от Марса и постепенно удаляется от него.

Однако после того как была составлена подробная карта Фобоса, выявились любопытные особенности расположения борозд. Оказывается, вся система борозд тесно связана с крупнейшим на Фобосе 10-километровым кратером Стикни *): большинство борозд расходится от этого кратера или от области, прямо противоположной ему. Это обстоятельство привело американских астрономов Дж. Веверку,

*) Назван в честь жены Асафа Холла, урожденной Ангелины Стикни, во многом стимулировавшей поиски и открытие спутников Марса.

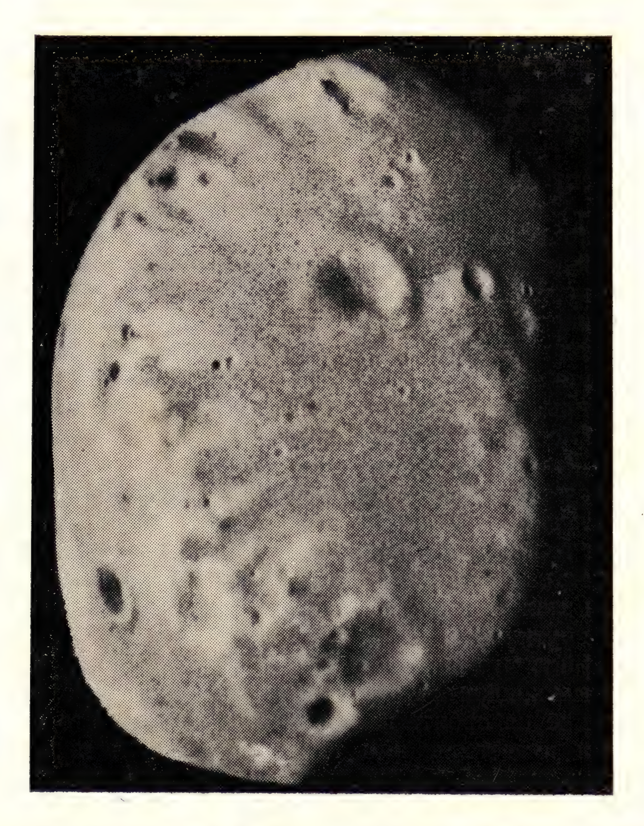
Т. Даксбери и П. Томаса к другой гипотезе происхождения борозд. Согласно этой гипотезе борозды — последствия удара метеороида, образовавшего кратер Стикни, поверхностные проявления глубинных разломов, возникших при этом ударе. Снимки с высоким разрешением показали, что борозды не сплошные, а состоят из длинных цепочек соприкасающихся между собой ямок. Это можно объяснить, как полагают Дж. Веверка и его коллеги, выбросом рыхлого материала под давлением газов, образовавшихся при ударе и сопровождавших его разломах. Группе Дж. Веверки удалось уточнить возраст борозд: они, как и кратер Стикни, образовались около 3 миллиардов лет назад. Это ставит под сомнение гипотезу Сотера и Гарриса, согласно которой борозды должны были образоваться гораздо позднее.

По отклонению движения космических аппаратов «Викинг» удалось определить массу Фобоса: $1{,}1 \cdot 10^{19}$ г, а обработка фотографий позволила уточнить его размеры и форму. Фобос близок к трехосному эллипсоиду с полуосями $13{,}5 \times 10{,}7 \times 9{,}6$ км. По массе и объему определяется средняя плотность Фобоса — 2,1 г/см^3. Такую плотность имеют углистые хондриты — самые малоплотные из каменных метеоритов. В пользу близости Фобоса по составу к углистым хондритам говорит и его низкое альбедо — 0,06. Вещество углистых хондритов обладает низкой механической прочностью, а в их состав входит кристаллизационная вода. Ее испарение при ударе, по мнению Дж. Веверки и его коллег, создало газовое давление, которое и привело к выбросам вещества вдоль поверхностей разломов, образовавшихся одновременно с кратером Стикни.

Деймос имеет более гладкую поверхность, чем Фобос. В отличие от Фобоса, на поверхности Деймоса встречаются пятна с более высоким альбедо. Гладкость Деймоса тем более удивительна, что плотность кратеров на нем не уступает таковой у Фобоса, иначе говоря, интенсивность метеоритной бомбардировки его была не меньше. Снимки «Викингов» позволили раскрыть природу светлых пятен на Деймосе. Это оказались отложения тонкораздробленного вещества, вероятно, выброшенного при ударах метеоритов; эти отложения частично засыпали мелкие кратеры, придав поверхности Деймоса гладкий вид. На Фобосе такое явление не наблюдается.

На снимках поверхности Деймоса, полученных «Викингом-2», видны глыбы 10-метровых размеров, имеющие все признаки того, что это — выбросы при формировании

на нем ударных кратеров. Деймос более густо усеян глыбами, чем Фобос, хотя его масса меньше. Вероятно, причиной этого является отдаленность Деймоса от Марса. При ударах



Фотография поверхности Деймоса, полученная орбитальным отсеком космического аппарата «Викинг-2».

метеоритов о Фобос выбросы под действием поля тяготения Марса не падают обратно на спутник, а падают на Марс или становятся самостоятельными спутниками Марса. Выбросы с Деймоса испытывают в 15 раз меньшее возмущение от Марса и падают обратно на спутник.

На Деймосе обнаружены светлые полосы, идущие от возвышенностей: валов кратеров и даже крупных глыб.

Это тоже тонкораздробленное вещество, по-видимому, связанное с выбросами.

Т. Даксбери и Дж. Веверка считают, что отсутствие борозд на Деймосе объясняется тем, что на нем не образовался столь крупный кратер, как Стикни на Фобосе. Действительно, наибольшие кратеры на Деймосе имеют в диаметре 3 км. Это неудивительно, так как поверхность Деймоса (а значит, и вероятность попадания в него тела в 1—3 км диаметром) почти вчетверо меньше, чем поверхность Фобоса.

Оба спутника Марса обращены к своей планете одной стороной, как Луна к Земле. Их вращение вокруг оси синхронно с их обращением вокруг планеты. Эволюция орбит обоих спутников, о которой говорилось выше, свидетельствует, что в прошлом они обращались синхронно и с вращением Марса вокруг оси. Для этого (если считать, что период вращения Марса не менялся) они должны были находиться от центра планеты на расстоянии 20,45 тыс. км (современные расстояния — 9,37 тыс. км у Фобоса и 23,52 тыс. км у Деймоса). Но как они попали на эту первоначальную орбиту? Каково их происхождение?

Длительное время почти круговая форма и малый наклон к плоскости экватора Марса орбит обоих спутников служили вескими возражениями против гипотезы захвата их Марсом из пояса астероидов. В пользу гипотезы захвата говорили малые размеры, неправильная форма и низкое альбедо спутников.

Тот факт, что спутники Марса имеют состав, близкий к углистым хондритам, делал практически невозможным их образование на орбите вокруг Марса, потому что по современным представлениям такой состав был характерен для допланетного газово-пылевого облака на гораздо больших расстояниях от Солнца — во внешних областях пояса астероидов. Итак, в повестку дня вновь была поставлена гипотеза захвата.

Современный вариант гипотезы происхождения спутников Марса путем захвата был разработан уже в 1978 г. американскими астрономами Дж. Поллаком, Дж. Бернсом и М. Таубером. Их идея состоит в том, что зародыш планеты (планетезималь) тормозится веществом газово-пылевого облака и поэтому постепенно приближается к Солнцу, одновременно обрастая веществом туманности. Дойдя до орбиты Марса, два из таких зародышей случайно оказались близко к самой планете и были ею захвачены. Возможен и такой

вариант, что захвачен был один спутник, расколовшийся действием газового давления на два крупных осколка, из которых и образовались Фобос и Деймос.

Такую схему Дж. Поллак, Дж. Бернс и М. Таубер разработали для объяснения происхождения внешних спутников планет-гигантов, несомненно, захваченных, — об этом говорят их малые размеры, большой наклон и эксцентриситет орбит (а у некоторых и обратное движение). В случае спутников Марса нужно было объяснить круговую форму и малый наклон орбит. Это удалось сделать С. Сингеру, рассчитавшему эволюцию первоначально вытянутых орбит на основе приливной теории. Эта схема показана на рисунке. Из нее видно, что пути эволюции Фобоса и Деймоса слегка различались между собой. Стрелки показывают пути эволюции орбит с заданными величинами большой полуоси a и эксцентриситета e. Что касается наклона, то сближение с Марсом происходило, по-видимому, уже после уплощения допланетного облака в результате неупругих столкновений его частиц (схема эволюции газово-пылевого облака была разработана еще в конце 40-х годов академиком О. Ю. Шмидтом и его сотрудниками).

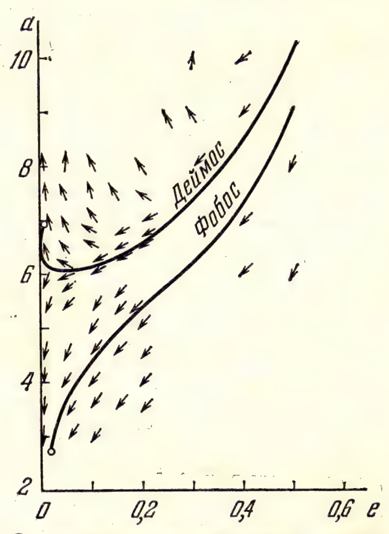


Схема эволюции элементов орбит Фобоса и Деймоса.

Близкие схемы захвата были разработаны в 1975—1977 гг. А. Гаррисом и У. Каулой в США, В. С. Сафроновым и Е. Л. Рускол в СССР, но они не были приспособлены к случаю спутников Марса. Эта задача была решена группой Дж. Бернса.

Таким образом, происхождение спутников Марса рисуется сейчас в следующем виде. Где-то во внешней части современного пояса астероидов образовалась небольшая планетезималь. Тормозясь в веществе допланетной туманности, она приближалась к Солнцу. В районе орбиты Марса

произошла встреча с планетой. Планетезималь «застряла» в околопланетном облаке и под действием его газового давления раскололась на два больших осколка. Дальше их орбиты вокруг Марса под действием приливных сил эволюционировали разными путями, показанными на схеме, вплоть до современных положений.

Кольцо Юпитера и вулканы на Ио

5 марта 1979 г., пролетая вблизи Юпитера и его спутника Ио, американский космический аппарат «Вояджер-1» обнаружил ряд новых интересных явлений. Вокруг Юпитера, в его экваториальной плоскости, было обнаружено кольцо, напоминающее кольца Урана. Радиус кольца Юпитера — 1,7 радиуса планеты, считая от ее центра, иначе говоря, оно расположено в 56 000 км от поверхности Юпитера. Протяженность кольца по ширине 8 700 км, но эта величина требует уточнения.

Существование кольца Юпитера, как и у Урана, было предсказано еще в 1960 г. советским астрономом С. К. Всехсвятским на основании его наблюдений узкой экваториальной полоски на диске планеты, представлявшей собой, по-видимому, тень от кольца.

В тот же день приборы «Вояджера» зафиксировали извержения по крайней мере шести вулканов на спутнике Юпитера Ио. Таким образом, выявленные еще в 1974 г. линии излучения натрия и других металлов в спектре Ио и вдоль его орбиты скорее всего связаны именно с извержениями на спутнике. Напомним, что астрономы Шемахинской астрофизической обсерватории Академии наук Азербайджана Н. Б. Ибрагимов и А. А. Атаи с помощью двухметрового телескопа и мощного спектрографа зафиксировали в излучении не только натрий, но также кальций, магний и железо.

ПОЯВЛЕНИЕ КОМЕТ В 1978 г.

К. И. Чурюмов

1978 год был весьма урожайным кометным годом. Всего в течение года наблюдалась 31 комета! Это — рекордное число, которое свидетельствует о приближении максимума 21-го цикла солнечной активности. Вблизи пика солнечной активности и особенно в момент пика происходит усиление воздействия электромагнитного и корпускулярного излучения Солнца на ледяные ядра комет, что вызывает усиление процессов сублимации с поверхности ядер и увеличение их интегрального блеска. Поэтому многие обычно слабые короткопериодические кометы становятся доступными для наблюдений с помощью светосильных телескопов, а некоторые из них, считавшиеся давно «угасшими» и потерянными уже несколько десятков лет назад, внезапно вспыхивают и открываются любителями астрономии как новые кометы. Такой случай произошел и в 1978 г., когда не наблюдавшаяся почти 100 лет (!) короткопериодическая комета Деннинга-1 была обнаружена в бинокуляр любителем астрономии из Японии Фудзикавой как объект 11^m. А обычно переоткрытие возвращающихся к Солнцу известных короткопериодических комет — удел астрономов-профессионалов, использующих для этой цели широкоугольные светосильные телескопы, установленные на высокогорных обсерваториях.

Из 31 кометы 1978 г. 10 комет было открыто новых, восемь — переоткрыто короткопериодических в их очередном возвращении к перигелию; за 10 кометами, открытыми и переоткрытыми еще в 1977 г., продолжали вести наблюдения и в 1978 г.; две кометы были переданы по эстафете с 1975 г. и одна комета относится к числу ежегодно наблюдаемых.

В числе 10 новых комет 1978 г. четыре кометы оказались короткопериодическими, принадлежащими к семейству Юпитера; одна — долгопериодическая с обратным движением; три — почти параболические, одна из них с обратным движением; две — гиперболические, из которых одна также имеет обратное движение.

Первой кометой 1978 г., получившей обозначение 1978 а, оказалась новая комета, открытая датским астрономом доктором Ричардом Вестом на пластинке, полученной Дж. Пизарро 12 января с помощью 100-сантиметрового телескопа Шмидта на горе Ла Силла в Чили, где располагается Европейская южная обсерватория. В это время комета находилась в созвездии Весов и имела блеск $\sim 17^m$. На следующий день января 13,3 по всемирному времени эта область фотографировалась в синих лучах с экспозицией 40 мин.; у новой кометы в этот момент отмечался веерообразный хвост длиной 6′. На пластинках, полученных с более короткими экспозициями января 15,3 и 16,3 (везде дается всемирное время), стало заметно, что хвост у кометы удлинился до 10′. Дж. Сюрдеж с помощью 360-сантиметрового рефлектора фотографировал новую комету Веста января 18,3 с экспозицией 30 мин. У кометы хорошо просматривалась почти сферическая ко́ма, из которой выходил слабый хвост длиной $\sim 5'$. Форма хвоста была веерообразной, кроме того, наблюдались следы активности в ко́ме в направлении на юго-запад. Б. Марсден вычислил элементы гиперболической орбиты кометы с учетом возмущений от девяти планет. Эксцентриситет оказался чуть больше единицы ($e = 1{,}004\,982$), т. е. комета Веста (1978 а) навсегда покинет Солнечную систему. Перигелий кометы находится за орбитой Юпитера на расстоянии $q = 5{,}6$ а. е. Наклон плоскости орбиты кометы к плоскости эклиптики $\simeq 116^\circ{,}9$, т. е. комета движется обратным движением ($i > 90^\circ$). Свой перигелий комета прошла 21 июля 1977 г.

В течение 1978 г. комета Веста двигалась по созвездиям Весов, Девы и Волопаса. В конце года она находилась в созвездии Волопаса на угловом расстоянии от Солнца, равном $\sim 70^\circ$. Геоцентрическое и гелиоцентрическое расстояние кометы достигли в декабре 1978 г. значения ~ 7 а. е.; ее блеск составлял 18^m. Комета Веста относится к довольно ярким: ее абсолютная величина, т. е. величина, приведенная к единичным гео- и гелиоцентрическому расстояниям, равна $5^m{,}5$. Следует отметить, что это уже третья комета, открытая Р. Вестом за последние три года.

Вторая комета 1978 b была открыта П. Вилдом из Астрономического института Бернского университета 6 января как объект 14^m в созвездии Тельца. Эта комета была сфотографирована раньше кометы Веста, однако сообщение об ее открытии пришло в Центральное Бюро астрономических телеграмм позже сообщения об открытии кометы Веста, поэтому новая комета Вилда получила обозначение 1978 b. Точные положения кометы, полученные П. Вилдом 6, 8 и 25 января, позволили установить ее орбиту, которая оказалась эллиптической с коротким периодом. Комета Вилда — новый член семейства короткопериодических комет Юпитера. Расчеты показывают, что эта комета в 1974 г. проходила довольно близко от Юпитера. В январе и феврале комету Вилда наблюдал также А. Мркос на обсерватории Клеть: по его оценкам блеск кометы в это время достигал $12^m,5$. Наиболее длинный ряд визуальных наблюдений кометы Вилда выполнил известный любитель астрономии из г. Стормвила в США Джон Бортль. Он наблюдал комету с помощью 32-сантиметрового рефлектора и бинокуляра 20×80, начиная с 4 февраля по 6 июня 1978 г. При этом определялись следующие параметры: интегральная визуальная величина, визуальная величина фотометрического ядра, диаметр ко́мы, длина хвоста и его позиционный угол. На основании собственных наблюдений Дж. Бортль определил абсолютную величину кометы $H_0 = 6^m,5$, а также нашел значение фотометрического параметра $n = 5,6$, который указывает на то, что изменение блеска кометы Вилда происходило обратно пропорционально гелиоцентрическому расстоянию в степени 5,6, а не 4-й степени, как это в среднем происходит у большинства комет.

На основании расчетов Б. Марсдена комета Вилда (1978 b) прошла свой перигелий 15 июня 1978 г. на расстоянии 1,49 а. е. от Солнца; плоскость кометной орбиты довольно близка к плоскости эклиптики, ее наклон составляет всего $3°,3$; период обращения кометы вокруг Солнца $P = 6,17$ года, эксцентриситет $e = 0,56$.

Это уже вторая комета, открытая Вилдом, поэтому она также обозначается «комета Вилда-2».

Третьей кометой, обозначенной 1978 с, оказалась новая комета, открытая известным любителем астрономии Вильямом Бредфилдом, жителем г. Аделаиды в Австралии. Новую комету Бредфилд открыл 4 февраля с помощью 6-дюймового кометоискателя (увеличение 26 крат, поле 2°) как диффузный объект с центральным сгущением 8^m в созвездии Теле-

скопа. 5 февраля открытие Бредфилда было подтверждено Трегаскисом на Маунт Элиза (близ Мельбурна). Д. Херальд в Камба (близ Канберры) за период с 9 по 19 февраля получил 10 точных положений кометы. По его наблюдениям февраля 19,74 комета имела блеск $7^m,4$ и хвост длиной 5′.

Любитель астрономии Коллинз из Таксона (США, штат Аризона) с помощью бинокуляра 11 × 80 отмечал 16 марта у кометы наличие хвоста длиной 1°. Астрономы Пертской обсерватории А. Вервеер, П. Джекобсонс, Дж. Джонстон и М. Кенди наблюдали 3 марта у кометы три хвоста: главный хвост длиной 70′ в позиционном угле $p = 332°$ и два узких «шипа» — один длиной 10′ в $p_1 = 327°$, другой $\approx 15'$ в $p_2 = 337°$.

17 марта комета Бредфилда прошла свой перигелий на расстоянии 0,44 а. е. от Солнца. При этом она проектировалась на небесную сферу вблизи Солнца и ее последующие наблюдения были затруднены, несмотря на то, что в перигелии она достигала блеска около 4^m. Элементы параболической орбиты кометы Бредфилда были вычислены Б. Марсденом по 72 наблюдениям; у кометы оказался довольно значительным наклон плоскости ее орбиты к плоскости эклиптики: $i = 51°$. Абсолютная величина кометы $H_{10} = 11^m$, но из-за малого перигельного расстояния она была одной из самых ярких в 1978 г. и могла наблюдаться визуально с помощью небольших бинокуляров. В течение года комета Бредфильда прошла по созвездиям Телескопа, Южной Короны, Стрельца, Микроскопа, Козерога, Водолея, Пегаса, Близнецов и в конце года находилась в созвездии Ориона. Блеск ее при этом упал почти до 20^m.

Комета 1978 d оказалась новой короткопериодической кометой — новым членом кометного семейства Юпитера. Открыл ее 11 февраля фотографически с помощью 122-сантиметрового телескопа Шмидта в Кунабарабране Кейс Триттон как диффузный объект с хвостом, имеющий блеск $\approx 20^m$. Комета находилась в южном полушарии вблизи экватора в созвездии Секстанта. 15 февраля новую комету Триттона сфотографировал Шао на Гарвардской обсерватории. На его пластинке комета выглядит как объект 19^m, хорошо сконденсированный, с заметным хвостом длиной 10—15″. Затем комета фотографировалась 10—14 марта с помощью 155-сантиметрового рефлектора станции Агассиз Балджером и Шао. По этим наблюдениям Б. Марсден вычислил следующие элементы эллиптической орбиты кометы Триттона (1978 d): момент прохождения через пери-

гелий $T = 1977$ октябрь 28, наклон орбиты $i = 7°$, перигельное расстояние $q = 1{,}44$ а. е., период обращения $P = 6{,}33$ года, эксцентриситет $e = 0{,}58$.

После 15 февраля, когда комета испытала вспышку амплитудой $\approx 1^m$, ее блеск стал падать, и с середины марта она стала труднодоступным для фотографирования небесным объектом.

Комета 1978 e оказалась известной короткопериодической кометой Цзыцзиньшань I из семейства Юпитера в ее третьем появлении. Комету переоткрыли Балджер, Шварц и Шао на пластинках, полученных с помощью 155-сантиметрового рефлектора станции Агассиз 4 февраля и 8 марта. Комета находилась в созвездии Кита и выглядела как диффузный объект $20—20^m{,}5$. Комета была впервые открыта на обсерватории Пурпурная гора (по-китайски Цзыцзиньшань) 1 января 1965 г.; ее период обращения вокруг Солнца равен 6,65 года, эксцентриситет $e = 0{,}58$, наклон орбиты к плоскости эклиптики $i = 10°{,}5$. Перигелий своей орбиты комета прошла 8 мая на расстоянии $q = 1{,}50$ а. е. от Солнца. В конце февраля комета 1978 e перешла в созвездие Овна, во второй половине марта она переместилась в Телец, в мае — в Близнецы, в июне — в Рак, в июле — в Лев, затем перешла в Деву, где не могла наблюдаться из-за близости к Солнцу. Во второй половине декабря комета перешла в созвездие Весов, где находилась до конца года на расстояниях 3,3 а. е. от Земли и 2,6 а. е. от Солнца. Блеск кометы при этом был значительно слабее 21^m и наблюдать ее было трудно даже в светосильные телескопы.

Комета 1978 f была открыта 27 апреля Рольфом Мейером из Оттавы (Канада). Комета находилась в созвездии Рыси и имела блеск 10^m. Открытие Мейера подтвердил в тот же день Эдгар Эверхарт из Денверского университета, который с помощью 23-сантиметрового рефлектора оценил ее блеск как $11^m{,}5$. Г. Л. Джиклас на Ловелловской обсерватории сфотографировал новую комету 27 и 28 апреля.

Вследствие удобного расположения кометы Мейера на небе ($\delta = +50°$) ее наблюдали на многих обсерваториях северного полушария. Многие любители астрономии проводили непрерывные визуальные наблюдения кометы с помощью различных бинокуляров и телескопов, оценивая ее блеск, диаметр головы, длину и позиционный угол хвоста. Вновь, как и прежде, отличился длинной серией визуальных физических наблюдений кометы Мейера Джон

Бортль. Он определил следующие фотометрические параметры кометы Мейера: абсолютная величина $H_0 = 0^m,07 \pm \pm 0^m,52$ и показатель степени при гелиоцентрическом расстоянии $n = 6,56 \pm 0,52$. Следовательно, блеск кометы Мейера изменялся обратно пропорционально гелиоцентрическому расстоянию в степени порядка 6.

Б. Марсден собрал 108 наблюдений кометы Мейера с 28 апреля по 4 ноября и вычислил элементы ее гиперболической орбиты, учитывая возмущения от девяти планет:

$$T = 1978 \text{ нояб. } 11,3974 \text{ ЭВ}, \quad \omega = 231°,40,$$
$$e = 1,000\ 974, \quad \Omega = 348°,65,$$
$$q = 1,14 \text{ а. е.}, \quad i = 43°,75.$$

В течение первого полугодия 1979 г. комета Мейера медленно поднималась к экватору, проектируясь на области небесной сферы, довольно близкие к Солнцу. В конце мая 1979 г. она находилась в созвездии Водолея на угловом расстоянии $\approx 75°$ от Солнца и была доступной для наблюдений с помощью довольно скромных любительских средств ($m_{виз} = 8 - 10^m$).

Комета Мейера (1978 f) движется по гиперболической орбите и со временем покинет пределы Солнечной системы. Поэтому важны все ее наблюдения, в том числе и любительские.

Короткопериодическая комета Кларка из семейства Юпитера в своем втором появлении была переоткрыта 13 апреля Ц. Секи на станции Гейзей (Япония) и получила обозначение 1978 g. Секи затем вторично наблюдал эту комету 26 и 27 апреля, а 30 апреля ее сфотографировали на станции Агассиз Шварц и Шао. В момент открытия комета Кларка находилась в созвездии Льва и имела блеск 18^m. Положение кометы оказалась в хорошем согласии с эфемеридой Б. Марсдена: поправка составила всего лишь —0,04 дня.

В мае, июне и первой половине июля комета Кларка двигалась по созвездию Льва, а во второй половине июля перешла в созвездие Девы, по которому она перемещалась до конца сентября; при этом она выглядела как объект $19^m,6$. Точку перигелия своей орбиты комета Кларка прошла 26 ноября 1978 г. на расстоянии 1,56 а. е. от Солнца. Наклон орбиты кометы $i = 9°,5$, эксцентриситет $e = 0,5$, период обращения $P = 5,51$ года.

Кометой 1978 h оказалась известная короткопериодическая комета Джакобини — Циннера. Она была открыта 30 апреля Шао и Шварцем (станция Агассиз) на фотопластинках как слабое диффузное пятно $\approx 20^m,5$, в положении, хорошо согласующемся с эфемеридой казанского астронома Ю. В. Евдокимова.

Это десятое наблюдавшееся появление кометы Джакобини — Циннера после ее открытия Джакобини 20 декабря 1900 г. в Ницце. При первом появлении абсолютная величина кометы равнялась $10^m,8$, при девятом появлении в 1972 г. она уменьшилась и была равна $12^m,0$.

Свой перигелий комета Джакобини — Циннера прошла 12 февраля 1978 г. на расстоянии 0,996 а. е. от Солнца, т. е. находилась почти на орбите Земли. Эксцентриситет орбиты $e = 0,71$, период обращения вокруг Солнца $P = 6,52$ года; наклон орбиты кометы довольно большой: $i = 31^\circ,7$, что редко встречается у короткопериодических комет.

Следующей кометой, получившей обозначение 1978 i, оказалась известная короткопериодическая комета Шайна — Шальдэка из семейства Юпитера, которая была переоткрыта 2 июля Шао и Шварцем с помощью 155-сантиметрового рефлектора станции Агассиз. Это третье наблюдавшееся появление кометы. В момент переоткрытия она находилась в созвездии Рыб и имела блеск $20 — 20^m,5$. Положение кометы хорошо отвечало эфемериде Марсдена. Из созвездия Рыб комета перешла в созвездие Водолея в конце июля и в нем она находилась до конца года. Перигелий своей орбиты на расстоянии 2,2 а. е. от Солнца комета прошла 12 января 1979 г. Эксцентриситет орбиты кометы $e = 0,4$, период обращения вокруг Солнца $P = 7,2$ года, наклон орбиты $i = 6^\circ$. Наблюдать комету можно было только с помощью светосильных телескопов.

1 сентября на южном небе в созвездии Микроскопа была открыта новая короткопериодическая комета 1978 j как довольно заметный диффузный объект с центральной конденсацией, блеск которого достигал 10^m. Ее открыли независимо друг от друга Хосе да Сильва Кемпос из Дурбана в Южной Африке и Тосио Ханеда из Хараномачи (Фукусима, Япония), который наблюдал ее с помощью 8,5-сантиметрового рефрактора. На следующий день, 2 сентября, комету фотографировал Мак Кроски с помощью 155-сантиметрового рефлектора станции Агассиз и Д. Херальд в Камба (Австралия). А. Вервеер из Пертской обсер-

ватории обнаружил изображение кометы на пластинке, полученной 11 августа, т. е. задолго до ее открытия. Б. Марсден и М. Кенди вычислили элементы эллиптической орбиты кометы:

$$
\begin{aligned}
&T = 1978 \text{ окт. } 9{,}49 \text{ ЭВ},\\
&\left.\begin{aligned}\omega &= 240^\circ{,}42,\\ \Omega &= 131^\circ{,}60,\\ i &= 5^\circ{,}96,\end{aligned}\right\} 1950{,}0 \quad \begin{aligned} e &= 0{,}67,\\ a &= 3{,}30 \text{ а. е.},\\ n &= 0{,}16,\end{aligned}\\
&q = 1{,}10 \text{ а. е.}, \qquad\qquad P = 5{,}99 \text{ года.}
\end{aligned}
$$

Короткопериодическая комета Ханеды—Кемпоса оказалась новым членом семейства Юпитера. Марсден пришел к выводу, что в 1957 и 1969 гг. она сближалась с Юпитером на 0,3 — 0,4 а. е.

Так как комета Ханеды — Кемпоса была объектом, доступным для наблюдений с помощью небольших телескопов и бинокуляров, за ней следили многие любители астрономии. По их определениям блеск кометы за период с 5 по 10 сентября изменялся от $11^m{,}2$ до $9^m{,}9$. Комета была столь яркой вследствие ее малого геоцентрического расстояния: в момент открытия оно составляло $\approx 0{,}2$ а. е. (в октябре комета подошла к Земле еще ближе — до расстояния $\sim 0{,}15$ а. е.).

Комета 1978 k оказалась новой короткопериодической кометой. Ее открыл Генри Джиклас на обсерватории Ловелла 8 сентября как диффузный с конденсацией объект $15^m{,}6$ в созвездии Кита.

Приводим элементы предварительной орбиты кометы Джикласа, вычисленные Б. Марсденом:

$$
\begin{aligned}
&T = 1978 \text{ ноябр. } 21{,}6 \text{ ЭВ},\\
&\left.\begin{aligned}\omega &= 247^\circ{,}5,\\ \Omega &= 141^\circ{,}5,\\ i &= 8^\circ{,}3,\end{aligned}\right\} 1950{,}0 \quad \begin{aligned} e &= 0{,}51,\\ a &= 3{,}55 \text{ а. е.},\\ n &= 0{,}15,\end{aligned}\\
&q = 1{,}73 \text{ а. е.}, \qquad\qquad P = 6{,}68 \text{ года.}
\end{aligned}
$$

С момента открытия и до конца года комета Джикласа находилась в созвездии Кита, медленно поднимаясь к северу. Абсолютная величина кометы $H_{10} \sim 13^m{,}5$.

Через два дня после открытия кометы Джикласа была обнаружена еще одна новая комета 1978 l. Ее открыл Дон. Э. Мачхолц (Лос Татос, Калифорния) 12 сентября

в созвездии Большого Пса в непосредственной близости от Сириуса с помощью 25-сантиметрового рефлектора.

Комета выглядела диффузной с конденсацией, без хвоста; ее блеск достигал 11^m. 13 сентября Мачхолц вновь наблюдал комету, а 14 сентября комету зарегистрировали Шустер (Европейская южная обсерватория) и Эверхарт (Денвер, Колорадо). 16 сентября комету нашел Секи на станции Гейзей обсерватории Кохи в Японии. Оценки блеска новой кометы производились в основном самим Мачхолцем, а также Дж. Бортлем с помощью 32-сантиметрового рефлектора. По оценкам Бортля в сентябре 26,39 блеск кометы составлял $m_1 = 10^m,1$ и диаметр головы $D = 1',7$, а в сентябре 29,40 $m_1 = 10^m,6$, $D = 1',8$. К сожалению, комета Мачхолца, будучи довольно яркой, могла наблюдаться только в южном полушарии — любители астрономии северного полушария ее наблюдать не могли.

Расчеты Кенди по шестидневной дуге дали следующие элементы орбиты — очень вытянутого эллипса:

$$\begin{array}{ll} T = 1978 \text{ авг. } 11{,}25 \text{ ЭВ}, & \omega = 223°{,}19, \\ e = 0{,}9812, & \Omega = 289°{,}71, \\ q = 1{,}76 \text{ а. е.}, & i = 130°{,}58, \\ a = 94 \text{ а. е.}, & P = 900 \text{ лет.} \end{array} \quad \left.\begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array}\right\} 1950{,}0$$

Таким образом, комета Мачхолца относится к долгопериодическим кометам с обратным движением. Абсолютная звездная величина кометы Мачхолца равна $7^m,0$.

Новую комету, получившую обозначение 1978 m, открыл 1 октября Давид Серджент в г. Антрансе Нового Южного Уэльса. Комета находилась в созвездии Центавра и имела блеск 5^m, т. е. в момент открытия она могла наблюдаться невооруженным глазом. Новая комета была замечена Серджентом на сумеречном небе и выглядела диффузной с центральной конденсацией; у нее был виден хвост длиной меньше 1°. 2 октября комету наблюдал Д. Херальд с помощью 31-сантиметрового рефлектора в Камба и оценил ее блеск в $5—5^m,5$; у кометы имелся хвост длиной около 0°,5.

Элементы параболической орбиты вычислены Б. Марсденом:

$$\begin{array}{ll} T = 1978 \text{ сент. } 14{,}86 \text{ ЭВ}, & \omega = 207°{,}85, \\ q = 0{,}37 \text{ а. е.} & \Omega = 41°{,}04, \\ & i = 67°{,}88. \end{array} \quad \left.\begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array}\right\} 1950{,}0$$

Интересными особенностями орбиты кометы Серджента являются ее довольно малое перигельное расстояние (комета подходила к Солнцу ближе Меркурия) и значительный наклон к плоскости эклиптики $i \sim 68°$. Эта довольно яркая комета из-за больших отрицательных склонений наблюдалась только в южном полушарии.

Комета 1978 n была визуально открыта любителем астрономии из Японии Сигехиса Фудзикавой (Кагава) 9 октября как объект 11^m в созвездии Секстанта. На следующий день комета была найдена Эверхартом. 10 октября точное положение кометы было получено Джикласом на обсерватории Ловелла. 11 октября комету 1978 n независимо обнаружил с помощью бинокуляра 110 × 20 студент из Вильнюса Казимир Чернис; по его оценке звездная величина кометы $m_1 = 10^m$, диаметр головы ≈ 2,0 — 2′,5.

28 октября и 2 ноября Шао с помощью 155-сантиметрового рефлектора станции Агассиз получил два точных положения кометы 1978 n, которые подтвердили тождественность найденной Фудзикавой кометы (а это уже шестая комета, открываемая любителем астрономии из Японии) с короткопериодической кометой Деннинга-1, не наблюдавшейся почти 100 лет и считавшейся потерянной. Б. Марсден связал наблюдения кометы Деннинга-1, проведенные в 1881 г., с наблюдениями кометы Фудзикавы (1978 n) и получил следующую систему элементов эллиптической орбиты кометы Деннинга — Фудзикавы (с учетом возмущений планет от Юпитера до Плутона):

Эпоха 1881 авг. 28,0		Эпоха 1978 окт. 19,0	
$T = 1881$ сент. 13,75 ЭВ,		$T = 1978$ окт. 2,04 ЭВ,	
$\omega = 312°,476$,	1950,0	$\omega = 334°,045$,	1950,0
$\Omega = 66°,935$,	1950,0	$\Omega = 40°,968$,	1950,0
$i = 6°,870$	1950,0	$i = 8°,668$	1950,0
$q = 0,725$ а. е.,		$q = 0,779$,	
$e = 0,829$,		$e = 0,820$,	
$a = 4,233$ а. е.,		$a = 4,33$ а. е.,	
$n = 0°,113$,		$n = 0°,109$,	
$P = 8,71$ года.		$P = 9,01$ года.	

Комета Деннинга-1 была открыта впервые 4 октября 1881 г. Деннингом из Бристоля в созвездии Льва как довольно яркая туманность с центральной конденсацией и

интегральной величиной 7—8^m. Большой интерес представляет характер движения этой кометы, у которой отмечались тесные сближения с орбитой Юпитера до 0,16 а. е. и с орбитой Венеры до 0,02 а. е., с Марсом до 0,06 а. е. и Землей до 0,04 а. е. Абсолютная величина кометы в первом появлении составляла $9^m,0 \pm 1^m$. За прошедший период ненаблюдаемости кометы она совершила около 11 оборотов вокруг Солнца и, естественно, истощила запасы льдов в ядре. В появлении 1978 г. она стала заметно слабее. Ее абсолютная величина уменьшилась примерно на 3—4^m. Комета Деннинга-1 могла наблюдаться вблизи перигелия 8 октября 1916 г., 14 сентября 1960 г. и 23 сентября 1969 г.; однако несмотря на благоприятные расположение кометы в эти периоды она ни разу не наблюдалась. И вот Фудзикава, который, казалось бы, открыл совершенно новую комету, видимую в бинокуляр, на самом деле переоткрыл давно известную короткопериодическую комету Деннинга-1. А открыта она была вследствие ее довольно большого сближения с Землей ($\Delta \approx 0,4$ а. е.). Теперь эта комета войдет в каталоги под новым названием кометы Деннинга — Фудзикавы. Она пополнила список комет, наблюдавшихся в двух и более появлениях.

Последней из новых комет, открытых в 1978 г., была комета 1978 о. И вновь новую комету открыл Вильям Бредфилд 10 октября в созвездии Чаши, как довольно яркий диффузный объект $\approx 9^m$. Это уже восьмая комета, открытая Бредфилдом начиная с 1972 г., и вторая по счету в 1978 г. На следующий день наблюдение Трегаскиса на Маунт Элиза подтвердило открытие Бредфилдом новой кометы. С 11 по 13 октября Херальд с помощью 31-сантиметрового рефлектора получил пять точных положений кометы, по которым он вычислил элементы ее орбиты. По его расчетам комета прошла перигелий 28 сентября на расстоянии всего 0,42 а. е. от Солнца, т. е. приближалась к орбите планеты Меркурий. Наклон ее орбиты $i = 138°,4$, т. е. комета имеет обратное движение. Абсолютная величина кометы Бредфилда (1978 о) $H_{10} = 11^m,5$. Бредфилду удалось заметить ее в свой кометоискатель вследствие того, что она проходила вблизи Земли ($\Delta \approx 0,6$ а. е.) и была недалеко от Солнца ($r \approx 0,6$ а. е.), так как прошла перигелий лишь две недели назад.

Комета 1978 р — это переоткрытие известной короткопериодической кометы Цзыцзиньшань-2 в ее третьем появлении. Она была сфотографирована Ц. Секи на станции

Гейзей 29 октября и имела вид диффузного объекта с центральной конденсацией; находилась в созвездии Льва в положении, близком к предсказанному польским астрономом Г. Ситарским. Интегральный блеск кометы достигал $\sim 18^m$.

Комета Цзыцзиньшань-2 относится к кометам семейства Юпитера; ее период обращения вокруг Солнца составляет 6,82 года. Перигелий своей орбиты она прошла 21 сентября 1978 г. на расстоянии 1,79 а. е. от Солнца. Наблюдаться эта комета может только с помощью больших телескопов.

Еще одна короткопериодическая комета семейства Юпитера — комета Джексона — Неуймина была переоткрыта 28 ноября астрономом Ч. Ковалом в созвездии Козерога с помощью 122-сантиметрового Паломарского телескопа Шмидта. Она получила обозначение 1978 q. Комета выглядела диффузной с центральной конденсацией, и ее блеск был равен $19^m,5$. 29 ноября комета Джексона — Неуймина была вторично сфотографирована Ч. Ковалом. Это третье наблюдавшееся появление кометы после ее открытия Джексоном и Неуйминым в 1936 г. (три появления ее были пропущены). Период обращения кометы Джексона — Неуймина равен 8,38 года. Свой перигелий в 1978 г. она прошла 28 декабря, при этом ее расстояние от Солнца составляло 1,42 а. е. Из созвездия Козерога комета 1978 q перешла в конце года в созвездие Водолея. От Земли ее отделяли в это время 1,8 а. е., от Солнца 1,43 а. е.

Последней кометой, переоткрытой в 1978 г., оказалась комета Туттля—Джакобини—Кресака, также из семейства короткопериодических комет Юпитера. Это шестое наблюдавшееся появление кометы. Ее переоткрыл Ц. Секи на станции Гейзей в созвездии Весов 11 декабря как диффузный протяженный объект блеском $\approx 15^m$. Ее обозначение 1978 г. До конца года комета передвигалась по созвездию Весов; в конце года она находилась на расстояниях 1,7 а. е. от Земли и 1,1 а. е. от Солнца. Период обращения кометы Туттля—Джакобини—Кресака составляет 5,49 года. Свой перигелий она прошла 25 декабря на расстоянии 1,06 а. е. от Солнца. Комета замечательна грандиозными активными явлениями, происходившими в ее ядре во время предыдущего, пятого появления в 1973 г., когда комета дважды, 27 мая и 6 июня, увеличивала свою яркость в 10 000 раз! При этом она становилась видимой невооруженным глазом — в максимуме блеска она достигала 4^m. Такие аномалии в изменении блеска этой кометы были зарегистрированы только во время пятого появления. Во всех других

случаях комета изменяла свой блеск более или менее регулярно, т. е. обратно пропорционально квадрату геоцентрического расстояния и четвертой степени гелиоцентрического расстояния.

Исследование активности этой кометы, проводившиеся уссурийской кометной группой ДВНЦ, показало, что существует связь между гигантскими усилениями яркости кометы и секторной структурой межпланетного магнитного поля. Оказалось, что за 1—2 дня до вспышек блеска комета Туттля—Джакобини—Кресака пересекала границы секторов межпланетного магнитного поля. Возможно, что изменение знака межпланетного магнитного поля на границе двух соседних секторов послужило спусковым крючком для включения активного процесса взрывного характера в ядре кометы. По-видимому, в поверхностном слое кометного ядра в результате радиационного синтеза под действием космических лучей образовались сложные углеводородные соединения, обладающие детонационными свойствами. Изменение физических условий в межпланетном пространстве у границ секторов межпланетного магнитного поля привело к взрывной реакции в этом слое, и он был сброшен, что и наблюдалось как гигантское увеличение блеска кометы. Отсюда ясно, какое большое научное значение имеет регистрация моментов и амплитуд таких вспышек у комет. Поэтому весьма важно регулярно патрулировать визуально и фотографически эфемеридные места даже слабых короткопериодических комет. Здесь большую роль могут сыграть наблюдения, проводящиеся силами любителей астрономии.

Кроме этих 10 новых и восьми переоткрытых короткопериодических комет еще продолжали наблюдаться кометы: Черных (1977 l), Швассмана—Вахмана-1, Аренда—Риго (1977 k), Цзыцзиньшань-3 (1977 q), Ван Бисбрука (1977 s), Ашбрука—Джексона (1977 g), Шустера (1975 II), Сангина (1977 p), Комас Сола (1977 n) и Колер (1977 m), Герелса (1975 o), Шустера (1977 o) и Кодзима (1977 r).

О ЧЕРНЫХ ДЫРАХ

В. М. Чаругин

В последнее время многие астрофизики-теоретики все чаще и чаще привлекают черные дыры для объяснения строения и эволюции звезд, галактик, квазаров и Вселенной. Поэтому и не удивителен интерес астрономов к самой проблеме черных дыр, к истории их открытия и поиску среди известных объектов Вселенной. Хотя в настоящее время имеются теоретические аргументы в пользу существования черных дыр всевозможных масс — от нескольких граммов до массы, заключенной в видимой части Вселенной — Метагалактике, мы в данном обзоре коснемся лишь истории предсказания существования черных дыр, опишем их основные свойства и обсудим проявления и возможные пути поиска черных дыр только звездной массы.

Существование черных дыр предвидел в конце XVIII в. известный математик и астроном П. Лаплас. В своем труде «Allgemeine Geographische ephemeriden», изданном в 1798 г., он приводит простые, основанные на теории тяготения Ньютона, рассуждения, позволяющие вывести основные особенности черных дыр. Здесь мы изложим его рассуждения на современном языке. Согласно закону всемирного тяготения для того, чтобы какое-либо тело смогло покинуть небесное тело с массой M и радиусом R, ему необходимо сообщить скорость V, превышающую критическую (вторую космическую скорость) $V_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$, где G — гравитационная постоянная. При меньшей скорости тело станет спутником небесного тела или упадет на него, при $V > V_2$ тело покинет небесное тело и никогда к нему не вернется. Для Земли $V_2 \simeq 11{,}2$ км/с, на поверхности Солнца $V_2 \simeq$ $\simeq 617$ км/с. На поверхности нейтронной звезды с массой,

равной массе Солнца, и радиусом около 10 км $V_2 \simeq 170\,000$ км/с и составляет всего 0,6 скорости света. Как видно из формулы для V_2, если радиус небесного тела равен $R_g = \frac{2GM}{c^2}$, то вторая космическая скорость будет равна скорости света $c = 300\,000$ км/с. При еще меньших размерах вторая космическая скорость будет превышать скорость света. По этой причине даже свет не сможет покинуть небесное тело и дать информацию о процессах, происходящих на его поверхности, нам — далеким наблюдателям. Лаплас писал: «Светящаяся звезда с плотностью, равной плотности Земли и диаметром в 250 раз больше диаметра Солнца, не дает ни одному световому лучу достичь нас из-за своего тяготения: поэтому возможно, что самые яркие небесные тела во Вселенной оказываются по этой причине невидимыми». Действительно, плотность Земли $\rho = 5{,}52$ г/см³; при радиусе небесного тела $R = 250\, R_\odot = 1{,}74 \cdot 10^{13}$ см его масса будет $M = 1{,}21 \cdot 10^{41}$ г, вторая космическая скорость на его поверхности будет $V_2 = 304\,500$ км/с — больше скорости света.

Таким образом, если тело с массой M имеет радиус $R_g = \frac{2GM}{c^2}$, то ни один сигнал не покинет его и не достигнет внешнего далекого наблюдателя. Этот предельный радиус называется гравитационным радиусом. Для Солнца, масса которого $M_\odot = 2 \cdot 10^{33}$ г, $R_g \simeq 3$ км; для тела с массой M радиус $R_g = 3 \left(\frac{M}{M_\odot}\right)$ км.

С другой стороны, объекты, находящиеся под гравитационным радиусом, благодаря своему гравитационному полю могут захватывать вещество, находящееся в окружающем пространстве. Они, если можно так выразиться, все впускают и ничего не выпускают. Если такие объекты во Вселенной существуют, то они являются как бы дырами, куда все проваливается и откуда ничего не выходит. Поэтому в современной литературе за ними укоренилось название «черные дыры».

Черные дыры являются объектами, существование которых с неизбежностью следует из общей теории относительности. Именно на основании этой теории они были предсказаны в конце 30-х годов Оппенгеймером и Снайдером. Согласно общей теории относительности, развитой А. Эйнштейном, в сильных гравитационных полях и при движениях вещества со скоростями, близкими к скорости

света, теория тяготения Ньютона неприменима, и неприменимы пространственно-временные понятия классической механики. В частности, геометрические свойства пространства и времени, а точнее, пространства — времени определяются распределением и движением вещества, в то время как в классической механике Ньютона свойства пространства и времени не зависят от распределения и движения вещества. Одним из следствий общей теории относительности является то, что сила притяжения и ускорение свободного падения тела при приближении его к гравитационному радиусу стремится к бесконечно большим значениям, скорость, которую приобретает тело, стремится к максимально возможной — скорости света. Геометрические свойства пространства — времени вблизи гравитационного радиуса и внутри него отличны от свойств пространства — времени на больших расстояниях от черной дыры. В общем случае трехмерная геометрия в окрестностях и внутри черной дыры резко отлична от евклидовой. И хотя мы пользуемся понятием радиуса черной дыры, оно теряет свой смысл, который мы придаем ему в геометрии Евклида, и под радиусом черной дыры в данном случае нужно понимать отношение длины границы черной дыры к 2π. Геометрические свойства пространства — времени в окрестностях подобных объектов (без ссылки на черные дыры) были впервые описаны в 1915 г. К. Шварцшильдом, поэтому иногда гравитационный радиус называют шварцшильдовским радиусом.

Само понятие границы черной дыры, как некой застывшей поверхности, аналогичной поверхности обычной звезды, является понятием относительным. Если тело свободно падает в поле тяготения черной дыры, то «наблюдатель», падающий вместе с ним, увидит, что тело за конечный промежуток времени пересекает границу черной дыры, попадает внутрь и далее падает к центру. Таким образом, для свободно падающего наблюдателя граница черной дыры не является чем-то выделенным, ее нет. В то же время внешним далеким наблюдателям представится совершенно иная картина. Свободно падающее тело будет бесконечно долго подходить к гравитационному радиусу и как бы застынет вблизи него. Правда, при этом не стоит забывать, что с приближением к гравитационному радиусу все процессы для внешнего наблюдателя и, в частности, процессы излучения резко замедляются. Сигналы, посылаемые с падающего тела, будут приходить все реже и реже и все с меньшей и

21-Э

меньшей интенсивностью. И как только падающее тело приблизится к границе черной дыры и эти процессы станут заметными, оно в дальнейшем за время $\frac{R_g}{c}$ совсем исчезнет для внешнего наблюдателя. Для черных дыр звездной массы эти времена составляют менее тысячной доли секунды.

Образование черных дыр

На что можно надеяться при поиске черных дыр? Среди каких объектов Вселенной их следует искать? На эти вопросы мы не сможем ответить, пока не выясним механизмы их образования. Современная теоретическая астрофизика предсказывает, что черные дыры могут образовываться из звезд с массами, в несколько раз превышающими массу Солнца. Более того, образование черных дыр со звездными массами является неизбежным процессом эволюции массивных звезд. Чтобы понять это, обратимся к теории внутреннего строения и эволюции звезд.

Основная доля звезд, входящих в состав нашей и других галактик, относится к звездам главной последовательности, к звездам, которые находятся на стадии спокойной эволюции. В этих звездах сила тяготения, стремящаяся сжать звезду, уравновешивается силой давления нагретого до высокой температуры вещества звезды, которая, наоборот, стремится расширить звезду. Звезда охлаждается за счет испускания в окружающее пространство большого количества энергии в форме электромагнитного излучения, которое непосредственно мы и наблюдаем. Если бы у звезды не было непрерывного притока энергии, она быстро остыла бы. С понижением температуры уменьшилось бы давление вещества, а сила тяжести, которая определяется только массой и радиусом звезды, сжимала бы ее до все меньших и меньших размеров. Энергия, которую звезда излучает в окружающее пространство, черпается за счет термоядерных реакций, протекающих внутри звезды. Они же поддерживают высокую температуру вещества звезды. При термоядерных реакциях из четырех ядер атомов водорода (четырех протонов) образуется одно ядро атома гелия и выделяется энергия. Эти реакции идут в центральных областях звезд, при достаточно высоких температурах и давлениях. Энерговыделение и связанная с ним светимость звезды сильно зависят от температуры и давления в центральных областях звезды, а они в свою очередь определяются массой

звезды. Чем больше масса звезды, тем выше давление вещества, которое уравновешивает силу тяжести, тем выше температура и выше скорости термоядерных реакций, т. е. выше энерговыделение и, следовательно, светимость звезды. Именно этим объясняется тот факт, что левая часть главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга—Рессела, где расположены звезды с высокой светимостью, состоит из звезд большой массы, значительно большей, чем масса Солнца.

Спокойная жизнь звезды на стадии главной последовательности длится до тех пор, пока не исчерпается ядерное горючее — водород. Ясно, что массивные звезды благодаря своей высокой светимости быстрее исчерпают свой водород, чем менее массивные звезды. Например, звезда спектрального класса B с массой $M \simeq 20\ M_{\odot}$ находится на главной последовательности (в спокойной стадии жизни) около 8 миллионов лет, звезда типа Солнца с массой $M \simeq 1\ M_{\odot}$ — в течение 13 миллиардов лет, а красные карлики с $M \simeq 0{,}5\ M_{\odot}$ живут на главной последовательности около 50 миллиардов лет. По мере исчерпания водорода энерговыделение уменьшается, звезда начинает охлаждаться, сила тяжести сжимает звезду до меньших размеров. Так как сила гравитации растет при сжатии обратно пропорционально квадрату радиуса звезды, то она делается все сильнее и сильнее. При сжатии звезды часть ее потенциальной энергии переходит в тепло, повышая температуру центральных областей. Это повышение температуры вещества приводит к усилению давления внутри, которое несколько задерживает сжатие звезды. Сжатие продолжается до тех пор, пока температура не повысится настолько, что начнутся новые термоядерные реакции синтеза более тяжелых химических элементов. Например, при температуре в сотни миллионов градусов начнется синтез ядер атома углерода при слиянии трех ядер атома гелия, а затем, при более высоких температурах, с участием углерода образуются кислород, неон и т. д. При этом также выделяется большое количество энергии, способное остановить сжатие. Реакции синтеза идут с выделением энергии вплоть до образования ядер атомов железа. Образование более тяжелых химических элементов требует затраты энергии и приводит к охлаждению звезды.

На стадии синтеза тяжелых химических элементов звезда сходит с главной последовательности, становится красным гигантом или сверхгигантом, в зависимости от массы звезды.

Если масса звезды $M \lesssim 1,2\ M_{\odot}$, то после исчерпания ядерного горючего она, охлаждаясь, начнет сжиматься. Силы газового давления из-за низкой температуры не способны остановить сжатие. Сжатие будет происходить очень быстро (этот процесс называется гравитационным коллапсом) до тех пор, пока размеры звезды не достигнут нескольких тысяч километров, а плотность вещества нескольких сотен килограммов в кубическом сантиметре. На этой стадии сжатие останавливается давлением вырожденного электронного газа. Такая звезда получила название белого карлика. Свойства вырожденного электронного газа совершенно отличны от свойств обычного газа, который управляет равновесием звезд главной последовательности. Поведение вырожденного электронного газа подчиняется законам квантовой механики. В частности, для него важную роль играет принцип запрета Паули, по которому в одном энергетическом состоянии не может находиться более двух электронов. В случае обычных звезд электроны и ядра атомов заполняют достаточно большой объем, в котором много места и возможных энергетических состояний, движения электронов (их состояния) ничем не ограничены. В белых карликах объем звезды очень мал, для того же числа электронов и ядер атомов число энергетических состояний ограничено. Только небольшая часть электронов занимает эти возможные состояния. Сила тяжести стремится сжать звезду, т. е. втиснуть электроны в уже занятые места. Появляется специфическая сила отталкивания, связанная с принципом запрета Паули, которая противодействует этому и стремится расширить звезду. Количественно это приводит к тому, что даже у совершенно холодного белого карлика (лучше сказать, у «черного» карлика) для того, чтобы электроны разместились внутри звезды, они с необходимостью должны иметь высокие скорости движения, т. е. в некотором роде должны быть «горячими», тем самым обеспечивая высокое давление. Звезда с массой $M < 1,2\ M_{\odot}$ может находиться на стадии белого карлика очень долго.

Если масса звезды лежит в пределах $1,2\, M_{\odot} < M < 3M_{\odot}$, то, как показывают расчеты, сила гравитации настолько велика, что она будет превышать силу давления вырожденного электронного газа. Звезда будет дальше сжиматься до размеров около 10 км, когда вступит в действие новая сила, способная остановить сжатие. Что же это за сила? По мере сжатия уже массивного белого карлика плотность

вещества продолжает расти, из-за принципа Паули растут скорости электронов, увеличивается давление вырожденного электронного газа. Несмотря на это, рост силы тяжести идет быстрее. Электроны, приобретая высокую кинетическую энергию, проникают в ядра атомов (вдавливаются в ядра атомов); там они поглощаются протонами, при этом образуются нейтроны и нейтрино. Последние спокойно покидают звезду, унося с собой избыток энергии, связанной с образованием нейтрона. Ядра оказываются обогащенными нейтронами. Такие ядра неустойчивы, они распадаются на ядра более легких химических элементов. В конце концов все протоны в ядрах, поглотив все электроны, перейдут в нейтроны. Образуется звезда, состоящая из одних нейтронов — нейтронная звезда. При дальнейшем сжатии для нейтронов также начнет действовать принцип запрета Паули и появится специфическая сила отталкивания уже вырожденного нейтронного газа. Звезда стабилизируется, сжатие ее прекращается. В таком состоянии нейтронная звезда может находиться очень долго. Начальная фаза жизни нейтронной звезды отождествляется с феноменом пульсара — намагниченной быстро вращающейся нейтронной звездой.

Таким образом, прахом звезд с массами $M < 3M_{\odot}$ являются компактные объекты — белые карлики и нейтронные звезды.

Что же будет со звездами с массами $M > 3M_{\odot}$ после исчерпания ими всякого ядерного горючего? Один из возможных путей эволюции — взрыв на фазе формирования нейтронной звезды. При этом сбрасывается бóльшая доля массы звезды и остается обычная нейтронная звезда. Возможно, взрывается вся звезда, и все ее вещество рассеивается в межзвездное пространство. Эти процессы связывают с явлениями взрывов сверхновых звезд. Но имеется и другая возможность — звезда доходит до стадии массивной нейтронной звезды. Так как радиус нейтронной звезды всего в несколько раз превышает ее гравитационный радиус, то начинают сказываться эффекты общей теории относительности. Сила тяжести по мере сжатия, как мы видели, начинает расти значительно быстрее, чем это имеет место в теории тяготения Ньютона. Давление вырожденного нейтронного газа уже неспособно уравновесить силу тяжести, что приводит к безудержному падению вещества вплоть до границы черной дыры. На расстояниях, близких к гравитационному радиусу, скорость падения вещества

достигает скорости, близкой к скорости света. По этой причине такое катастрофическое сжатие получило название релятивистского гравитационного коллапса. Нам будет казаться, что поверхность коллапсирующей звезды удаляется от нас со скоростью, близкой к скорости света. Из-за эффекта Доплера и гравитационного красного смещения длины волн электромагнитного излучения, покидающего поверхность коллапсирующей звезды, будут все более и более смещаться в красную область спектра, интенсивность излучения будет делаться все меньше и меньше по мере приближения поверхности звезды к гравитационному радиусу. Расчеты показывают, что как только начнется заметное покраснение звезды, она исчезнет из поля зрения наблюдателя за время порядка $\frac{R_g}{c}$, что для черной дыры в несколько солнечных масс соответствует нескольким стотысячным долям секунды, т. е. почти мгновенно. Наблюдения показали, что в природе не встречаются звезды с массами свыше ста масс Солнца; по этой причине черные дыры звездной природы следует искать среди объектов с массами $3M_{\odot} < M < 100\ M_{\odot}$.

Поиск черных дыр

Какие же специфические свойства черных дыр позволяют надеяться обнаружить их среди огромного количества звезд на небе?

Наиболее перспективным при поиске черных дыр является учет огромной напряженности гравитационного поля в их окрестностях В чем же она проявляется? Если вокруг черной дыры отсутствует вещество, то это поле себя ничем не проявило бы. Правда, можно представить себе ситуацию, когда черная дыра находится на луче зрения между наблюдателем и далекой звездой. В этом случае гравитационное поле черной дыры исказило бы траекторию движения световых лучей, идущих от звезды к наблюдателю, т. е. черная дыра могла бы действовать как оптическая линза, приводя к усилению света от звезды в «фокусе». Ясно, что для наблюдения такого усиления света необходимы очень специфические и, следовательно, очень маловероятные условия расположения наблюдателя, черной дыры и звезды вдоль луча зрения.

В действительности пространство между звездами не пустое: в среднем в галактике в каждом кубическом сан-

тиметре содержится около одного атома. Поэтому черная дыра, помещенная в межзвездную среду, будет притягивать газ, и он постепенно будет падать на нее. Этот процесс называют аккрецией. При этом, если газ вдали от черной дыры покоится по отношению к ней, то скорость падения газа будет направлена по радиусу, и по мере приближения к гравитационному радиусу величина ее будет стремиться к скорости света. Если бы черная дыра обладала поверхностью, как и звезда, то газ, приобретая большую кинетическую энергию, при столкновении с поверхностью нагревался бы до высоких температур, его кинетическая энергия переходила бы в тепловую. В действительности, в системе отсчета, связанной с падающим веществом, граница черной дыры ничем не выделена, газ за конечное время пересечет ее и будет падать к центру. Для нас, внешних наблюдателей, вещество, приближаясь к границе черной дыры, будет постепенно исчезать из поля зрения, унося с собой приобретенную кинетическую энергию.

Ситуация кардинально меняется, если вещество на больших расстояниях имеет некоторую скорость, направление которой не совпадает с направлением на черную дыру, что всегда имеет место в реальных астрофизических условиях. В этом случае говорят, что вещество обладает угловым моментом вращения по отношению к черной дыре. При не слишком больших скоростях газ захватывается черной дырой и начинает вращаться вокруг нее. Ситуация в некотором роде аналогична движению пылинок в кольцах Сатурна. Правда, в кольцах Сатурна движение отдельной пылинки происходит по круговой орбите и не зависит от движения других пылинок. Наоборот, в газе, который падает на черную дыру, движение отдельных частиц в большой степени взаимосвязано, так как газ представляет собой сплошную среду. Поэтому аккрецирующий диск, который формируется вокруг черной дыры, определяется физическими свойствами газа как сплошной среды, т. е. такими параметрами как вязкость газа, проводимость, температура, магнитные поля в нем и т. д. Например, благодаря вязкости происходит передача углового момента от внутренних областей диска наружу, что приводит к формированию сравнительно тонкого диска. Кроме этого, трение уменьшает компоненту скорости вещества, направленную перпендикулярно к радиусу, и оно постепенно приближается по скручивающейся спирали к черной дыре.

Как только вещество достигнет расстояний порядка $3R_g$, оно практически свободно начинает падать и проваливается в черную дыру. Из-за трения часть кинетической энергии преобразуется в тепловую, что приводит к нагреву газа в диске. Нагретый газ излучает часть своей энергии в форме электромагнитного излучения. Значительный нагрев газа происходит на расстояниях, почти на порядок превышающих радиус черной дыры, поэтому ее гравитационное поле слабо сказывается на свойствах выходящего из аккрецирующего диска излучения. Именно это излучение нагретых до высоких температур аккрецирующих дисков вокруг черных дыр и может служить одним из важных индикаторов их наличия во Вселенной.

Свойства излучения диска зависят от темпа аккреции — темпа, с которым газ поступает из окружающей среды в диск. Если темп аккреции мал, что имеет место для одиночных черных дыр, находящихся в межзвездной среде с малой плотностью вещества, то интенсивность излучения диска мала, и поиск таких объектов сталкивается с большими трудностями. С другой стороны, известно, что всем звездам в той или иной мере присуще истечение вещества с поверхности. Это явление носит название звездного ветра. Предположим, что в состав двойной системы входят обычная звезда и черная дыра. В этом случае звездный ветер от нормальной компоненты будет захватываться черной дырой, вещество, падая на нее, будет формировать аккреционный диск. Ясно, что темп аккреции на черную дыру будет определяться интенсивностью истечения вещества из нормальной звезды и расстоянием между компонентами. Особенно высок темп аккреции и, следовательно, наиболее ярко проявляются характерные особенности излучения аккрецирующих газовых дисков вокруг черных дыр, входящих в состав тесных двойных систем, когда оптическая звезда заполняет свою полость Роша. В этом случае на черную дыру будет падать мощная струя газа. Как же проявляет себя излучение аккрецирующего диска вокруг черной дыры, входящей в состав тесной двойной системы?

Если темп аккреции на черную дыру в двойной системе соответствует $(10^{-12} \div 10^{-10})\, M_{\odot}$ в год, то внутренние области диска, находящиеся на расстояниях $(6 \div 30)\, R_g$ от черной дыры, где происходит выделение основной доли гравитационной энергии, нагреваются до температур в сотни тысяч градусов. Основная доля излучения диска при этих температурах идет в ультрафиолетовом и мягком

рентгеновском диапазонах длин волн. Светимость диска $L \simeq (1 \div 100)\ L_{\odot}$, где светимость Солнца $L_{\odot} \simeq 4 \cdot 10^{33}$ эрг/с. При наблюдениях данной двойной системы диск нам представлялся бы пекулярной оптической звездой низкой светимости.

Если темп аккреции выше и составляет $(10^{-9} \div 10^{-8})\ M_{\odot}$ в год, то диск вокруг черной дыры разогревается до температуры в десятки и сотни миллионов градусов. Он становится мощным источником рентгеновского излучения со светимостью $L \simeq (10^4 \div 10^5)\ L_{\odot}$. При еще более высоком темпе аккреции поток излучения от аккрецирующего диска возрастает настолько, что давление излучения начнет выметать лишний газ из диска, светимость практически не будет зависеть от темпа аккреции и стабилизируется на так называемом эддингтоновском пределе $L \simeq 10^{38} \frac{M}{M_{\odot}}$ эрг/с. Газ нагревается настолько, что основное излучение диска идет в рентгеновском диапазоне. В оптическом диапазоне аккрецирующие диски вокруг черных дыр в такой системе проявляли бы себя в виде ярких оптических звезд с большой светимостью $L \simeq (10^4 \div 10^5)\ L_{\odot}$. Характерная особенность излучения аккрецирующих дисков — их быстрая переменность, особенно переменность излучения внутренних, наиболее горячих областей. Минимальное характерное время хаотических изменений потока излучения 10^{-4} — 10^{-5} с определяется размерами диска, которые, как мы видели, составляют всего около десяти гравитационных радиусов.

Пока поиски черных дыр по оптическому изучению их дисков оказались безрезультатными. Это связано с тем, что для обеспечения высокого темпа аккреции нормальные звезды в таких системах должны быть массивными и яркими, так что их оптическое излучение забивает оптическое излучение аккрецирующего диска.

Но мы видели, что наиболее характерной особенностью аккрецирующих дисков большой светимости является наличие мощного рентгеновского излучения от них. Например, диск со светимостью 10^{36} — 10^{38} эрг/с основную энергию излучает в рентгеновском диапазоне (кванты с энергией 1—10 кэв). Современные рентгеновские телескопы, устанавливаемые на искусственных спутниках Земли, могут обнаружить такие объекты, даже если они удалены на десятки и сотни килопарсек. В настоящее время известно более сотни галактических источников рентгеновского излучения. Более десятка из них входят в состав двойных

систем, у которых одна компонента — нормальная звезда, а другая — компактный объект, являющийся рентгеновским источником. Чтобы выделить среди них черные дыры, мы должны выяснить наиболее специфические свойства излучения дисков вокруг черных дыр. Последние во многом определяются распределением и движением вещества в диске. В дисках с большой светимостью (а они нас в данном случае больше всего интересуют) равновесие внутренних областей, непосредственно примыкающих к черной дыре, определяется давлением излучения, стремящегося расширить диск, и силой тяготения. Как оказалось, в таких условиях однородный диск существовать не может, он неустойчив и разбивается на сгустки, вспучивания и кольца. Сгустки появляются там, где энергоотвод начинает несколько превышать энерговыделение. Это случайное незначительное превышение начинает быстро расти, приводя к значительному охлаждению данной области и, следовательно, к ее сжатию и уплотнению до тех пор, пока не вступят причины, останавливающие этот процесс. Наоборот, в локальных областях, где энерговыделение превышает энергоотвод, область начинает сильно нагреваться и вспухать до тех пор, пока по другим причинам этот процесс не остановится. Такие сгустки и вспучивания могут существовать значительное время, пока они не рассосутся или не упадут на черную дыру. В последнем случае характерное время жизни этих образований составляет десятки секунд.

Процесс образования и распада холодных и горячих пятен на диске идет непрерывно, приводя к быстрой переменности излучения диска. Так как горячие пятна перед тем как распасться или упасть на черную дыру совершают несколько оборотов вокруг черной дыры, возникает квазипериодическая структура излучения диска. Время от времени в нерегулярном быстро переменном потоке излучения должны появляться цепочки периодических импульсов, период которых равен периоду вращения горячего пятна на данном расстоянии от черной дыры. Чем ближе к черной дыре возникает горячее пятно, тем меньше период цепочек импульсов. Ясно, что эта переменность должна лучше проявляться в коротковолновом рентгеновском диапазоне, где больше всего излучают пятна. Более того, она лучше выражена в излучении диска с большей светимостью, чем с меньшей.

Что касается далеких областей диска, которые являются более холодными, то основное влияние на их динамику ока-

зывает газовое давление. Структура этих частей диска определяется равновесием между силами гравитации и газового давления (с учетом вращения), т. е. очень похожа на структуру поверхностных слоев звезд. Эта область диска обеспечивает оптическую и ультрафиолетовую светимости диска. Если светимость соседней звезды в этих диапазонах невелика, то такое излучение диска может быть доступно наблюдениям. Описанная нами теория излучения аккрецирующих дисков вокруг черных дыр в значительной мере была развита группой советских астрофизиков, возглавляемой академиком Я. Б. Зельдовичем, в частности, Р. А. Сюняевым и Н. И. Шакурой.

Казалось бы, все хорошо: теория аккреции на черные дыры предсказывает существование вокруг них дисков, а наблюдения рентгеновского излучения от двойных систем со свойствами, описанными выше, должны были бы прямо указывать на существование черных дыр. В действительности все не так просто. Оказывается, аккрецирующие газовые диски с аналогичными свойствами образуются и вокруг нейтронных звезд, входящих в состав тесной двойной системы. Свойства дисков вокруг черной дыры и нейтронной звезды должны быть очень похожи, поскольку размеры нейтронной звезды лишь в несколько раз превышают гравитационный радиус звезды, а основная доля излучения дисков образуется на расстояниях $(6 \div 10)\ R_g$ от поверхности, в областях, где мало сказывается отличие гравитационных полей черной дыры и нейтронной звезды. В такой ситуации единственный способ отличить черную дыру от нейтронной звезды в двойной системе — определить массу невидимого компонента, ответственной за рентгеновское излучение. Как мы уже говорили раньше, масса нейтронной звезды не может превышать некоторого критического значения $M_{кр} \simeq 3M_{\odot}$. Если окажется, что масса невидимого компонента превышает это критическое значение, то это будет прямым доказательством наличия черной дыры в системе. Правда, следует отметить, что современная теория строения звезд не позволяет с большой точностью предсказать предельную массу нейтронной звезды (по некоторым оценкам она заключена в пределах $2M_{\odot} < M_{кр} < 6M_{\odot}$).

Определение масс тесных двойных систем по оптическим наблюдениям, особенно затменных переменных звезд, является хорошо развитым направлением оптической астрономии. Разработанные для этого случая методы в полной мере применимы и для рентгеновских наблюдений. Такой

анализ излучения более десятка рентгеновских источников, входящих в состав тесных двойных систем, показал, что только источник рентгеновского излучения, находящийся в созвездии Лебедя, может оказаться системой, где компактный невидимый компонент, возможно, является черной дырой. Этот рентгеновский источник получил название Лебедь X-1. Наблюдения в оптическом и рентгеновском диапазонах показали, что спектральный класс оптической звезды близок к O9, что соответствует массе около 20 $M_{\odot}$. Компактный рентгеновский источник имеет период обращения вокруг нее около 5,6 суток (это вытекает из периодических затмений рентгеновского источника, когда он заходит за оптическую звезду). Наблюдаются и периодические изменения спектрального класса оптической звезды, связанные с нагревом ее поверхности, направленной в сторону компактного источника, его рентгеновским излучением. Все это позволило оценить массу компактного источника, оказавшуюся равной 10 $M_{\odot}$, т. е. соответствующей черным дырам. Если это действительно черная дыра, то ее размер должен быть равен 30 км, а основная доля излучения диска идет из области с размерами около 200 км.

Однако все же нельзя быть полностью уверенным в том, что объект в Лебеде является черной дырой. Можно дать и другие объяснения наблюдаемых свойств источника Лебедь X-1. В частности, система может быть не двойной, а тройной и даже кратной, причем два компактных компонента, один из которых — нейтронная звезда с аккрецирующим диском, а другой — маломассивная нормальная звезда, не видны в оптическом диапазоне из-за малой светимости. Дальнейший анализ новых рентгеновских наблюдений и более тонких оптических наблюдений этой системы позволит окончательно пролить свет на существование в ней черной дыры.

ТРОПИЧЕСКИЙ ГОД И АТОМНАЯ СЕКУНДА

К. А. Куликов

Все происходит во времени: природа существовала во времени и тогда, когда не было никаких живых существ, а имелась только движущаяся материя в различных ее неорганических формах. В. И. Ленин писал: «...в мире нет ничего, кроме движущейся материи, и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени» (Ленин В. И. Соч., 5-е изд., т. 18, 1961).

Из всех физических параметров, имеющих влияние на жизнь человеческого общества и окружающую его природу, наибольшее значение имеет время, так как все жизненные процессы зависят от интервалов его продолжительности. Поэтому определение единиц измерения времени — важнейшая задача астрономии, возникшая перед человечеством в глубокой древности, еще на ранней стадии его развития.

Появившийся человек с первых своих шагов столкнулся с фактором времени; движение по небосводу Солнца и Луны, смена дня и ночи способствовали установлению распорядка всей его деятельности. Нужно было что-то сопоставлять, с чем-то сравнивать, выбирать более удобное время, например, для начала охоты, примитивного посева злаков, сбора диких плодов и заготовки их на будущее. Зародившись на заре возникновения человечества, проблема измерения времени прошла в своем развитии через несколько стадий, начиная с определения истинного солнечного времени при помощи вертикально поставленного в землю стержня (гномон) и кончая определением среднего времени современными атомными часами.

В настоящее время в качестве единицы для измерения длительных промежутков времени принят тропический год,

а для измерения коротких — атомная секунда, которая является одной из семи основных единиц Международной системы единиц (СИ). Она утверждена на 13-й Генеральной конференции по мерам и весам в 1967 г.

1. Тропический год

В давно прошедшие времена, между IV и I тысячелетиями до н. э., на обширных плодородных равнинах Китая, Индии, Месопотамии и Египта возникли большие государства с высоко развитыми, по тем временам, культурой и наукой, в том числе и астрономией, которая появилась в связи с необходимостью удовлетворять разнообразные практические потребности общества. Одной из них была потребность создания календаря, который регулировал бы время посева и уборки урожая, прогнозировал периоды половодья рек — Нила, Евфрата, Хуанхэ — разливающихся в определенные месяцы и от которых зависело орошение полей, а следовательно, и урожай. Для создания календаря (заметим, что египетский солнечный календарь был установлен около 2500 г. до н. э.) нужно было решить одну из важнейших задач — определить продолжительность года, которая могла быть получена только из наблюдений. Самая яркая звезда на небосводе — Сириус, или α Большого Пса, после двухмесячного периода невидимости (находясь на дневном небе), появлялась из-под горизонта незадолго перед восходом Солнца (гелиакический восход, а не ежесуточный). Гелиакические восходы Сириуса приблизительно совпадали с летним солнцестоянием и началом разлива Нила. Промежуток времени между двумя восходами Сириуса египтяне определили сначала в 360, а позднее в 365 суток.

К самым древним астрономическим наблюдениям относятся измерения положения Солнца над горизонтом с помощью гномона — вертикально установленного стержня на горизонтально выравненной площадке. Этот простейший астрономический прибор применялся еще в доисторическую эпоху, когда у человека впервые появилась потребность изучать и использовать в своих целях явления природы. Но мы об этом можем только догадываться, ибо первые записи астрономических наблюдений с гномоном относятся к VIII в. до н. э.

С помощью этого простейшего инструмента можно было определить направление полуденной линии, а следовательно, и сторон света, определить наклон эклиптики к экватору,

моменты равноденствий и солнцестояний, продолжительность года, широту места наблюдения и, наконец, время в течение всего дня. Измерив длину стержня (гномона) l и длину его тени в меридиане d, можно по элементарной формуле $\operatorname{tg} h = \frac{l}{d}$ вычислить h — высоту Солнца над горизонтом в истинный полдень *). Измеряя систематически длину тени гномона в меридиане, можно было установить, что высота Солнца над горизонтом в течение года изменяется: имеет один максимум — в день летнего солнцестояния и один минимум — в день зимнего. Отсюда уже можно было определить приближенное значение продолжительности года, как промежутка времени между двумя последовательными днями, когда тень гномона имеет минимальное значение, а высота Солнца — максимальное, $h_{max} = 90° - \varphi + \varepsilon$, или тень максимальное, а высота Солнца минимальное, $h_{min} = 90° - \varphi - \varepsilon$.

Так, по-видимому, египтяне, более других народов заинтересованные в календаре (нужно было знать время разлива и обмеления Нила), впервые определяли продолжительность года.

При наблюдениях, проводившихся последовательно изо дня в день, можно было уловить тот день, когда тень гномона имела длину d_0, удовлетворяющую соотношению $\frac{l}{d_0} = \operatorname{tg} \frac{1}{2}(h_{max} + h_{min})$ или $d_0 = \operatorname{tg} \varphi$; в этот момент Солнце будет на экваторе — в точке весеннего или осеннего равноденствия. Отсюда, отдавая предпочтение точке весны как началу отсчета координат, можно дать другую формулировку года: это интервал времени между двумя последовательными прохождениями Солнца через точку весеннего равноденствия. Из египетских текстов, относящихся к 2700 г. до н. э., известно, что уже тогда было установлено значение продолжительности года в 365 дней. Такую же продолжительность года получали китайцы, халдеи и греки. Позднее астрономы упомянутых стран из многолетних наблюдений Солнца в равноденствия и солнцестояния вывели среднюю продолжительность года в $365\frac{1}{4}$ суток.

Такая продолжительность года — $365\frac{1}{4}$ суток — была общепринятой до времен Гиппарха, точнее, до 135 г.

---

*) Соотношения между элементами прямоугольного треугольника древним астрономам были известны.

до н. э. Гиппарх на основе своих наблюдений утверждал, что моменты равноденствий определяются значительно точнее; он писал: моменты солнцестояний можно определить с ошибкой до 3/4 суток, тогда как моменты равноденствий уклоняются от истинных не более 1/4 суток. Определив прецессию — движение точки весеннего равноденствия по эклиптике навстречу годичному движению Солнца, Гиппарх пришел к выводу, что продолжительность года зависит не от возвращения Солнца к одним и тем же звездам, а от возвращения его от равноденствия или солнцестояния к следующему равноденствию или солнцестоянию и что следует различать два года: сидерический и тропический. *Сидерическим годом* называется *промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра Солнца через одно и то же место среди звезд*. Заметим, что сидерический год применяется тогда, когда речь идет о движении центра планеты, в том числе и Земли, вокруг Солнца, например, в третьем законе Кеплера. *Тропическим годом* называется *промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра Солнца через точку весеннего равноденствия.*

Гиппарх, сравнивая наблюдения предшествовавших ему астрономов со своими, внес уточнение в продолжительность тропического года; сравнив, например, дату летнего солнцестояния 280 года до н. э., наблюдавшегося Аристархом Самосским, с солнцестоянием 135 г. до н. э., он нашел, что общепринятую в те времена продолжительность тропического года в 365 $\frac{1}{4}$ суток следует уменьшить на $\frac{1}{300}$ суток, или почти на 5 минут, что подтверждалось его же наблюдениями.

Длительность тропического года определялась в прошлом, как об этом уже говорилось, с помощью гномона. В наше время она уточнена с помощью измерений склонений Солнца. Тропический год оказался короче сидерического на 20 минут 23 секунды — время, необходимое, чтобы Солнце прошло дугу 50″,3, на которую точка весеннего равноденствия продвинется по эклиптике навстречу его годичному движению. Кроме того, в связи с большими работами по созданию звездных каталогов, таблиц движения тел Солнечной системы, проводимых за последние столетия, удалось установить, что тропический год не остается постоянным, а несколько изменяется — укорачивается со временем. Продолжительность его

может быть представлена следующей эмпирической формулой:

$$\text{тропический год} = 365{,}242\,198\,79 - 0{,}000\,006\,14\,T,$$

где T — время, протекшее от 1900, январь 0,12 часов, выраженное в столетиях. Поскольку продолжительность тропического года с течением времени изменяется, в качестве единицы измерения принят тот год, который начинался по календарному времени в 12 часов 1 января 1900 г.

Таким образом, в наше время единицей измерения времени является тропический год продолжительностью в 365,242 198 79 средних суток.

Обыденная жизнь регулируется календарным годом, средняя продолжительность которого в нашем календаре принята равной 365,242 5 суток. Он длиннее тропического года, но разность между ними мала и накапливается до одних суток лишь за 3333 года.

Календарный год начинается всегда в полночь. Начало тропического года не совпадает с началом календарного, но близко к нему. Так, в 1979 г. начало тропического года было 31 декабря 1978 г. в 22 часа 44 минуты, а в 1980 г. оно будет приходиться на 1 января 4 часа 32,4 минут.

2. Атомная секунда

Период вращения Земли вокруг своей оси давал естественную единицу времени — солнечные сутки.

В доисторическую эпоху сутки делились на два интервала: день и ночь. В более поздние времена начало дня приобрело понятие — утро, середина — полдень, конец дня — вечер. Середина дня угадывалась по Солнцу (самое высокое его положение над горизонтом), середина ночи — по звездам или по пению петухов. Древние греки разделили сутки на 24 равные части, каждая из которых получила название — час, откуда, вероятно, и прибор отсчитывающий часы и их доли, получил название «часы».

В Египте двадцатичетырехчасовое деление суток ввел Птолемей. В те времена сутками назывался период времени между двумя последовательными одинаковыми положениями Солнца относительно горизонта, например, между восходами или заходами, или между моментами кульминаций, определяемыми по гномону. Для определения времени в сутках самыми древними приборами были солнечные часы,

которые в южных районах имеют некоторое значение вплоть до наших дней. По ориентации циферблата солнечные часы были горизонтальными, экваториальными и вертикальными, причем последние, как правило, устраивались на стенах различного рода общественных или государственных зданий. Все солнечные часы давали в течение дня приближенное истинное солнечное время (истинное, полученное непосредственно из движения Солнца).

Позднее, с помощью появившихся угломерных инструментов можно было измерить поперечник Солнца, привязать наблюдения к центру его диска и уточнить понятие истинных солнечных суток. Истинными солнечными сутками стал называться промежуток времени между двумя последовательными одноименными кульминациями центра диска Солнца.

Наблюдения Солнца с угломерными инструментами показали, что его годичное движение среди звезд неравномерно, что Солнце в одной части неба за 30 суток проходит дугу в $30\frac{1}{2}$ градусов, а в противоположной — $28\frac{1}{2}$ градусов, в промежуточное же время угловая скорость постепенно меняется. Причина этого явления — неравномерность видимого движения Солнца по эклиптике, вызванная как неравномерностью движения Земли по орбите, так и наклоном эклиптики к экватору. В силу этих причин отсчитываемые по экватору часовые углы Солнца не будут изменяться пропорционально времени. Следовательно, истинное солнечное время, измеряемое часовым углом Солнца, будет неравномерно. Вследствие этих обстоятельств в астрономии было введено среднее солнечное время. Для этого фиктивную точку, равномерно движущуюся по экватору в ту же сторону, в какую Солнце движется по эклиптике, и делающую полный оборот за тот же период, назвали средним солнцем. Часовой угол среднего солнца, выраженный в часах, минутах и секундах, назвали средним солнечным временем. Промежуток времени между двумя последовательными нижними кульминациями среднего экваториального солнца на одном и том же меридиане есть средние солнечные сутки. Считая, что вращение Земли вокруг воображаемой оси происходит равномерно, за единицу измерения времени приняли среднюю солнечную секунду или $\frac{1}{86\,400}$ часть средних солнечных суток. Эта величина была эталоном времени до введения эфемеридной секунды.

Еще во времена Галилея было замечено, что прежде Луна двигалась медленнее, чем в настоящее время. Это кажущееся ускорение в движении Луны, выявленное по изучению солнечных затмений, происходивших в прежние времена, объясняется вековым замедлением вращения Земли, вызываемым приливным трением. Дальнейшее изучение скорости вращения Земли по наблюдениям, выполняемым с помощью маятниковых часов, не представлялось возможным, так как даже при постоянном ускорении силы тяжести период колебаний маятника зависит от приведенной длины маятника, от температуры, от плотности среды, в которой колеблется маятник. Поэтому нужно было создать прибор, действующий не на принципе колебаний маятника, а на какой-то другой, более стабильной основе, отвечающей высоким требованиям современной науки. Таким прибором оказались кварцевые часы, в которых для измерения времени и частоты используются пьезоэлектрические колебания кварца. Так как единица частоты, герц, является производной от единицы времени — секунды, то кварцевые часы дают возможность отсчитывать и моменты времени и хранить единицу времени, а также и единицу частоты с большой точностью.

Поскольку ход кварцевых часов очень постоянен и не зависит от силы тяжести Земли, ее вращения и других параметров, то с их помощью можно было обнаружить также и периодическую неравномерность вращения Земли вокруг своей оси.

В настоящее время установлены три вида изменения скорости вращения Земли: *вековое замедление*, *сезонные колебания* и *нерегулярные изменения*.

Главной причиной векового замедления является приливное трение, вследствие чего длительность суток непрерывно возрастает примерно на $0^c,001$ — $0^c,002$ в столетие.

Сезонные колебания скорости вращения Земли имеют годовой и полугодовой ход. Годичная волна показывает, что самые длинные сутки наблюдаются в январе, а самые короткие в июле. Разность между ними равна примерно 1 миллисекунде. Полугодичная волна дает максимальную длительность суток в конце апреля и конце октября, а минимальную — в конце января и июля. Полная разность составляет 0,6 миллисекунды. Сезонные колебания скорости вращения вызываются главным образом атмосферной циркуляцией; зимой атмосфера тормозит вращение Земли,

а летом ускоряет его. Амплитуды и фазы сезонных колебаний меняются от года к году. Незначительное влияние на сезонные колебания имеют приливные деформации твердого тела Земли.

Нерегулярные изменения скорости вращения Земли происходят как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения скорости и, следовательно, аналогично действуют на продолжительность суток, укорачивая или удлиняя их. Причин, вызывающих подобные изменения, мы не знаем. По всей вероятности, они связаны с явлениями, происходящими не на поверхности Земли, а внутри нее, с явлениями различного рода упругих деформаций, что вызывает изменения моментов инерции Земли и т. п.

В нерегулярных изменениях нет никакой последовательности и закономерности. Они происходили в годы: 1667, 1758, 1784, 1864, 1876, 1897 и 1920.

Из-за неравномерности вращения Земли продолжительность суток изменяется: при увеличении скорости вращения сутки укорачиваются, при уменьшении, наоборот, удлиняются. Одинаковые части разных суток, например, час в январе и час в июне становятся неодинаковыми, а следовательно, измеренное ими время становится неравномерным. Продолжительность средней солнечной секунды тоже изменяется, и она становится непригодной как масштаб измерения времени. Но время, как независимая переменная, входит во все уравнения небесной механики, где оно должно быть равномерным. Поэтому в астрономии было принято решение ввести равномерное время, которое через посредство дифференциальных уравнений входило бы во все гравитационные теории движения тел Солнечной системы и которое во всех случаях, где ранее пользовались всемирным временем, заменяло бы его.

Таким образом, получились два понятия времени: неравномерное — астрономическое, определяемое действительным вращением Земли и получаемое из наблюдений, и равномерное, служащее аргументом при различных вычислениях. Последнее называется *ньютоновым* или *эфемеридным временем*, по которому в Ежегодниках, начиная с 1960 г., даются эфемериды Солнца, Луны и планет, и вообще вычисляются все астрономические эфемериды.

Эфемеридное время было введено на Парижской Международной конференции по фундаментальным постоянным в 1950 г. именно для того, чтобы отличить равномерно

текущее время, которое участвует в законах динамики, от всемирного времени, определяемого вращением Земли. Эфемеридное время получается из всемирного времени прибавлением к нему некоторой поправки ΔT. Эта поправка ΔT вычисляется по наблюдениям Луны. Положение Луны на небе (ее долгота) может быть найдено на основе теории движения Луны ($\lambda_{выч}$); в то же время эта долгота может быть получена из наблюдений, моменты которых фиксируются по всемирному времени ($\lambda_{набл}$). Получив величину $\lambda_{набл} - \lambda_{выч}$, по элементарной формуле находят поправку ΔT.

С введением эфемеридного времени утратила свое значение единица измерения времени средняя солнечная секунда как $\frac{1}{86\,400}$ часть средних солнечных суток. Решением Международного астрономического союза в 1956 г. было принято: считать эфемеридной секундой $\frac{1}{31\,556\,925{,}9747}$ часть тропического года в фундаментальную эпоху 1900, январь 0,12 часов эфемеридного времени (т. е. года, начавшегося в полдень 31 декабря 1899 г.). Число 31 556 925,9747 — есть число средних секунд в этом тропическом году, продолжительность которого, как уже было сказано, равнялась 365,242 198 79 средних солнечных суток.

При особо важных работах, требующих большой точности, например, в астрономических обсерваториях, в системах радионавигации, научно-исследовательских и контрольно-измерительных лабораториях даже кварцевые часы не отвечают современному уровню науки и заменяются более совершенными — атомными часами, дающими так называемое атомное время.

Главное, что отличает одну систему часов от другой, это принцип, положенный в основу регулирования хода часов. Если в механических или электрических астрономических часах ход механизмов регулируется колебаниями маятника, в кварцевых — пьезоэлектрическими колебаниями кварца, то ход атомных часов определяется частотой, электромагнитного излучения, испускаемого или поглощаемого атомами при их квантовых переходах с одного энергетического уровня на другой. При этом переходе выделяется или поглощается энергия в виде электромагнитных колебаний, частота которых строго стабильна. Определенное число интервалов между электромагнитными колебаниями является основой атомного времени, кото-

рое, разумеется, с помощью специальной радиотехнической аппаратуры, формирует сетку частот, обеспечивающую вращение стрелок часов и выдачу сигналов точного времени.

Основной частью атомных часов является квантовый стандарт частоты, позволяющий измерять частоту колебаний, а следовательно, и их период с высокой степенью точности.

Так квантовые генераторы и весь комплекс сложнейшей аппаратуры (без которой немыслимо уследить за внутриатомными процессами) превратились в атомные часы, дающие атомную секунду, воспроизводимую с помощью цезиевых эталонов частоты и времени.

Атомная секунда — интервал времени, в течение которого совершается 9 192 631 770 колебаний, соответствующих частоте энергетического перехода между уровнями сверхтонкой структуры основного состояния атома цезия-133. Этот интервал соответствует одной эфемеридной секунде с точностью до $\pm 2 \cdot 10^{-9}$ с.

Продолжительности атомной и эфемеридной секунд одинаковы, но методы получения их различны. Атомная секунда воспроизводится с помощью цезиевых эталонов частоты и времени, тогда как эфемеридная связана с периодом обращения Земли вокруг Солнца и определяется из астрономических наблюдений. Относительная точность воспроизведения атомной секунды цезиевым эталоном частоты составляет около $\pm 1 \cdot 10^{-12}$ с.

В последние годы в научной и популярной литературе можно встретить термин космологическое время. Заметим, что это понятие к измерению времени в наших условиях никакого отношения не имеет.

Время течет в разных системах отсчета и в разных точках (местах) одной и той же системы отсчета не одинаково, как принимают в механике Ньютона, а по-разному, в частности, в разном темпе в зависимости от распределения и движения масс и от движения часов по отношению к ним. Этот вывод, являющийся следствием теории Эйнштейна, подтверждается тонкими экспериментами. Но в космологии отвлекаются от местных неоднородностей в распределении масс и от местных движений и рассматривают распределение и движение масс в столь большом масштабе, что совокупность галактик, заполняющих всю охваченную наблюдениями часть Вселенной, можно «размазать» и заменить сплошной средой. Так как скопления галактик удаляются друг от друга, то эта среда расширяется.

Представим себе, что в каждой точке среды мы имеем идеальные часы, покоящиеся относительно нее. Поскольку можно считать, что наша среда не вращается, все эти часы можно синхронизовать однозначным образом. Время, отсчитываемое этими часами, можно назвать космологическим. Современное состояние охваченной наблюдениями части Вселенной таково, что в один и тот же момент космологического времени физические условия в упомянутой среде (в большом масштабе), включая ее плотность и темп расширения, везде одинаковы (однородность Вселенной). Вследствие этой однородности Вселенной космологическое время везде течет одинаково, т. е. в одинаковом темпе.

СОВЕТСКИЕ КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (1975—1976 гг.)

В. В. Арсентьев, Ю. И. Ефремов

Советская космическая программа продолжает неуклонно расширяться и углубляться, охватывая все новые области научных исследований. В изучении Вселенной, в первую очередь очень далеких ее областей, в раскрытии сложной, а нередко и загадочной природы некоторых ее объектов роль космических методов стала поистине неоценимой, ибо только с выходом за пределы земной атмосферы астрономия стала всеволновой, объем получаемой ею информации многократно возрос. Космонавтика все увереннее вторгается в решение многих прикладных и народнохозяйственных задач, а в ряде случаев становится здесь ведущим методом. Наступило время, когда средства, вкладываемые в изучение Космоса, начинают сторицей окупаться.

С каждым годом космонавтика пополняет сокровищницу человеческих знаний новыми значительными открытиями, укрепляет господство человека над силами природы. Одновременно она становится действенным методом глобального контроля за состоянием природы нашей планеты. Доставляя человечеству все новые убедительные свидетельства опасности неразумного использования его могущества, космонавтика настойчиво напоминает о сравнительно легкой ранимости природной среды, из которой человек вышел как биологический вид и в которой он в качестве такового только и может существовать.

1. Спутники серии «Космос»

Повседневные космические труженики — спутники серии «Космос» продолжали бороздить околоземное пространство, все гуще оплетали планету сложной паутиной своих

орбит, с которых они посылали непрерывно возрастающие потоки информации, необходимой науке и крайне нужной народному хозяйству.

В 1975 г. на орбиты выведены 85 спутников этой серии. «Космос-702» стартовал 18 января. «Космос-786» ушел в заоблачные выси 16 декабря. В 1976 г. в космическое пространство отправлен 101 такой разведчик Вселенной. 6 января начал полет «Космос-787». Последним, 28 декабря, вступил на вахту «Космос-887».

По самой низкой орбите, на средней высоте около 225 км, двигался «Космос-820». Он облетал Землю за 1 час 28,8 мин., имея скорость несколько меньшую круговой, — 7,77 км/с. Зато медленно, величественно перемещался над экватором по круговой орбите на высоте 35 900 км «Космос-775». Его скорость составляла всего 3,07 км/с. На свое «кругосветное путешествие» он затрачивал 24 часа 2 мин.

Тематика исследований на спутниках «Космос» была обширной и разнообразной. На них отрабатывались методы изучения нашей планеты и ее природных ресурсов, проводились сами наблюдения. На них опробовалась аппаратура для изучения далеких областей Вселенной. Некоторые из спутников «Космос» явились прообразом космических аппаратов, предназначенных для выполнения в дальнейшем сложных специальных исследований.

* * *

Полеты человека в космическом пространстве становятся все более длительными и дальними. В процессе этих полетов космонавты подвергаются все более глубокому и всестороннему воздействию различных факторов такого полета, в первую очередь невесомости, проникающей радиации. Прогнозирование последствий воздействия этих факторов на человека как в процессе самого полета, так и после его завершения, выработка профилактических мер против их неблагоприятных воздействий становятся актуальной задачей наших дней. А если смотреть в будущее, и, вероятно, не очень отдаленное, когда полеты станут еще более длительными, не менее важной становится и задача создания на пилотируемых кораблях замкнутых экологических систем. Они должны воспроизводить в миниатюре условия привычной земной жизни человека, видимо, с наличием силы тяжести, и, конечно, с участием в круговороте веществ не только тех из них, которые созда-

ются химическим путем, но и тех, которые вырабатывают живые растительные и животные организмы, и которые нужны для поддержания жизни обитателей космического корабля.

Вот почему биологические эксперименты на орбитах становятся важнейшим составным элементом программы космических исследований.

В нашей стране запуски биологических спутников осуществляются на протяжении многих лет. Достаточно вспомнить «Космос-110» (1966 г.), «Космос-368» (1970 г.), «Космос-605» (1973 г.), «Космос-690» (1974 г.). Ведутся биологические исследования и в США.

Один из таких экспериментов был проведен на биоспутнике «Космос-782». Он выведен на орбиту 25 ноября 1975 г. Высота его полета колебалась от 227 км в перигее до 405 км в апогее. Примечательно, что вблизи апогея биологический спутник приближался к области высокой концентрации заряженных частиц радиационного пояса Земли, к нижней его границе. Продолжительные полеты наших космонавтов на таких высотах не практикуются. Поэтому у орбит кораблей «Союз» и станций «Салют» апогей располагается ниже. Такая предосторожность нужна для предохранения членов экипажа от получения опасной для их здоровья дозы проникающей радиации.

Параллельно с экспериментом на спутнике «Космос-782» точно такой же опыт проводился на земле, в одной из лабораторий Института медико-биологических проблем Минздрава СССР. Однако наземный аналог космического эксперимента начался лишь 1 декабря. Сделано это вот почему. С одной стороны, для большей корректности тонкого исследования было желательно, чтобы все оборудование и сами подопытные биологические объекты в космическом и наземном биоблоках размещались одними и теми же лицами. Уже это требовало запаздывания наземного опыта. Кроме того все нюансы ряда обстоятельств космического полета, например, некоторые параметры атмосферы на борту биоспутника, предусмотреть невозможно. Сообщения о них идут по каналам телеметрии. Только после обработки и анализа полученных с орбиты данных, на что требуется достаточное время, все обстоятельства космического полета, за исключением невесомости, последовательно и точно, в том же ритме, включая даже, скажем, шум ракетного двигателя при старте, воспроизводились в наземной лаборатории. Поэтому-то, повторяя перипетии космического

эксперимента, наземный опыт и запаздывал по сравнению с ним по фазе примерно на шесть суток.

На спутнике «Космос-782» находился широкий набор разнообразных биологических объектов — микроорганизмы, низшие грибы, культуры тканей, плодовые мушки дрозофилы, опухолевые растительные клетки, среднеазиатские степные черепахи, крысы. Наиболее высокоразвитые подопытные животные, крысы, были представлены 25 особями. Они размещались в индивидуальных клетках — пеналах. В пеналах имелись кормушки, в которые регулярно, через каждые шесть часов, поступал корм в виде пастообразной массы. Пить подопытные животные могли в любое время, вода в поилках была всегда. Осветительные плафоны на биоспутнике включались в 10ч и выключались в 22ч московского времени, имитируя привычный суточный ритм, смену дня и ночи. Нужный состав атмосферы внутри пеналов обеспечивался системой вентиляции. Поток воздуха через решетчатый пол уносил и отходы жизнедеятельности животных.

Животные совершали полет в нефиксированном положении, могли свободно перемещаться внутри отведенного им помещения. В первые сутки полета наблюдалось резкое повышение их двигательной активности. Это связано, вероятно, с потерей ориентации в непривычных условиях, когда отсутствует опора, в результате чего животные совершали много лишних движений. По мере приспособления к невесомости эта активность снижалась, но оставалась более высокой, чем в обычных земных условиях, в частности, и в контрольном лабораторном опыте.

Регистрация температуры у крыс показала, что она была ниже обычной на 1,5—2 градуса. Это объясняется тем, что мышцы — основной источник теплообразования в организме — работали с меньшей нагрузкой. В невесомости отсутствует расход энергии на поддержание позы, которая в земных условиях противостоит силе тяжести. Все движения, даже совершаемые в большем количестве, в невесомости связаны с преодолением значительно меньших сил трения.

На спутнике «Космос-782» проведено первое испытание технических средств для создания искусственной гравитации в условиях невесомости. На борту биоспутника впервые установлена центрифуга. Ее диаметр 66 см. Вращение ее создавало ускорение, которое могло изменяться в пределах от 30% до 100% земного. Центрифуга на-

чала вращаться сразу после выхода спутника на орбиту.

Исследуемые биологические объекты были разделены на три группы. Две из них, размещенные на платформах центрифуги, находились под воздействием ускорений, равных 0,6 g и g. Третья группа совершала полет в условиях невесомости.

С целью проведения радиационно-биологических исследований, в частности, изучения совместного влияния на живые организмы невесомости и ионизующего излучения, на борту спутника находилась соответствующая аппаратура. Облучатель имитировал воздействие мощной солнечной вспышки. Доза облучения, полученная животным, контролировалась дозиметром.

На спутнике «Космос-782» продолжались проводившиеся ранее на других биоспутниках исследования по электростатической защите обитателей корабля от облучения зараженными частицами.

Полет спутника «Космос-782», длившийся около 20 суток, завершился утром 15 декабря 1975 г. в казахстанской степи.

Важной особенностью биологического эксперимента на спутнике «Космос-782» было проведение ряда исследований прямо на месте посадки спускаемого аппарата. К месту приземления спутника была заранее доставлена передвижная лаборатория, для приведения которой в рабочее состояние требовалось не более 1,5 часа. Передвижная лаборатория включала широкий комплекс различных средств исследования — стерильные боксы, хирургические инструменты, фото- и кинокамеры, кондиционеры и многое другое. Сразу же после приземления спускаемого аппарата более полусотни исследователей приступили к работе по заранее разработанной программе.

Эксперименты на биоспутнике «Космос-782» проводились совместно с США, Францией и ЧССР. В обработке результатов принимали участие также ВНР и ПНР.

Эксперименты, проведенные на ряде биологических спутников, параллельные наземные контрольные опыты, а также медико-биологические исследования на пилотируемых кораблях и космических станциях, объектом которых были как сами космонавты, так и взятые в полет различные биологические объекты, позволяют уже теперь сделать некоторые общие выводы.

У крыс после космического полета никаких патологических изменений, обусловленных невесомостью, не обнаружено. Однако в ряде органов выявлены обратимые перестройки. Повысилась активность некоторых эндокринных органов, участвующих в приспособлении организма к условиям полета. Установлена частичная атрофия мышц, в наибольшей степени тех, которые поддерживают длительные напряжения, — разгибателей конечностей, противостоящих в земных условиях гравитации. Прочность костей конечностей уменьшилась примерно на 30%. В них снизилось содержание кальция. На 25-е сутки после завершения полета изменения в опорно-двигательном аппарате исчезали.

У космонавтов во время полета происходит снижение веса, иногда доходящее до 7 кг. Причина этого — потеря жидкости организмом и уменьшение массы мышц из-за их растренированности. Чтобы избежать этого, необходимо регулировать водно-солевой обмен и проводить физические тренировки на борту корабля или станции. Соответствующая профилактика разработана и в последнее время успешно применяется. В частности, подобная система тренировки с успехом использовалась на станции «Салют-4».

В условиях полета происходит повышенное выделение из организма космонавта некоторых солей, в частности, кальция. Это может привести к образованию камней в органах выделения. Кроме того, потеря кальция тормозит построение костных тканей, затрудняет нормальную работу нервных тканей, она неблагоприятна для ряда функций человеческого организма. Однако даже после самых длительных полетов, проводившихся до сих пор, потеря кальция не превышала 10—15%, что клинической опасности не представляет. Наблюдается уменьшение количества кровяных шариков — эритроцитов у космонавтов. При теперешних продолжительностях полетов оно не слишком велико и, видимо, безопасно. Однако оно может стать препятствием для очень длительных полетов. Одна из насущных задач космической медицины поэтому — научиться регулировать процессы декалькации и кроветворения, чтобы обеспечить нормальное функционирование организма космонавта при полетах требуемой длительности.

Как выяснилось, биологическое воздействие ускорения g, создаваемого центрифугой в космическом полете, имеет тот же характер, как и естественное ускорение силы тяжести в земных условиях. Таким образом, на биоспутнике «Космос-782» экспериментально доказана возможность устра-

нения нежелательного влияния невесомости в длительном космическом полете путем создания искусственной силы тяжести.

Эксперименты на биоспутниках показали, что нарушения эмбрионального развития в невесомости могут появиться только в таких яйцеклетках, для которых необходима конвекция желточного вещества, поскольку она не может осуществляться без участия силы тяжести.

Опыты с микроорганизмами, с животными и растительными клетками, проведенные на биоспутниках, подтвердили, что невесомость существенно не влияет на молекулярные процессы в индивидуальных клетках. Это и понятно, поскольку теоретические расчеты показывают, что тепловая энергия хромосом клеток, создаваемая броуновским движением молекул в них, примерно на два порядка выше потенциальной энергии, обусловленной земным тяготением.

Результаты исследований на биоспутниках свидетельствуют в пользу того, что невесомость не влечет за собою генетических сдвигов, выявляющихся на хромосомном уровне. Отсюда биологи делают вывод, что простые формы жизни могут существовать, а биологические процессы в клетках осуществляться в невесомости очень долгое время, не подвергаясь заметным изменениям.

Эксперименты на крысах доказали, что биологическая эффективность гамма-облучения в условиях невесомости практически не отличается от той, которая получается в земных условиях. Это позволяет вести расчеты допустимых доз облучения в космическом полете на основании аналогичных наземных исследований и наблюдений.

И все же проблемы предохранения от воздействия космической радиации живых организмов и, что, конечно, особенно важно, — человека, космонавта, — проблемы профилактики облучения и ликвидации его последствий пока далеки от полного и окончательного решения.

Основной фон радиации на поверхности Земли создают галактические космические лучи, а точнее, — порождаемые ими при взаимодействии с ядрами атомов, составляющих атмосферу, вторичные космические лучи. На средних широтах обусловленная ими доза облучения составляет 30—40 мбэр в год. Она для человека совершенно безвредна. Однако вне зоны геомагнитного поля Земли, отклоняющего заряженные космические частицы, эта доза вырастает до 150—300 мбэр в сутки, т. е. 50—100 бэр в год, что при дли-

тельных полетах уже создает определенную опасность для здоровья космонавтов.

Солнечные вспышки, пока еще уверенно не прогнозируемые, могут сильно повысить дозу облучения. Мощная вспышка 23 февраля 1956 г. повлекла за собой значительное увеличение плотности потока космических лучей даже у земной поверхности. Например, в районе Москвы она возросла в четыре раза. За пределами магнитосферы доза облучения при некоторых солнечных вспышках может составлять сотни бэр. Для человека, находящегося в открытом пространстве, вне корабля, такая доза превышает смертельную. Поскольку спускаемый аппарат имеет наиболее толстую защитную оболочку, предохраняющую его от сгорания в атмосфере при посадке, он должен использоваться космонавтами как радиационное убежище, для чего, правда, необходимо предусмотреть специальное размещение в нем оборудования.

Серьезную опасность при космических полетах, особенно в околоземном пространстве, представляет радиационный пояс Земли. В центральной зоне его внутренней области, на высоте 2—3 тыс. км, доза радиации, создаваемая протонами, может достигнуть нескольких сотен бэр в сутки. Эта доза так опасна, что полет здесь без специальной защиты недопустим. Еще большую опасность представляет радиация, создаваемая электронами. Около нижнего максимума плотности электронов, на высоте около 3 тыс. км, доза облучения исключительно велика — десятки и даже сотни тысяч бэр в сутки. Вблизи верхнего максимума электронов, на расстоянии примерно 22 тыс. км от земной поверхности, доза облучения лишь на порядок ниже.

Из сказанного ясно, что возможно только кратковременное пересечение космическим экипажем радиационного пояса Земли, например, при полетах к Луне и планетам. Более или менее длительное пребывание в ней космонавтов требует специальной очень мощной защиты, создание которой — дело будущего.

Вот почему полеты советских космонавтов и проходят по орбитам, расположенным ниже радиационного пояса Земли. Это, правда, связано с дополнительными энергетическими затратами. Дело в том, что на этих умеренных высотах еще сказывается торможение атмосферы, корабль постепенно снижается и время от времени приходится корректировать его орбиту, восстанавливать высоту полета, включая разгонные двигатели. Американцы предпочитают выводить ко-

рабли на более высокие орбиты. В связи с этим интересно отметить, что американские астронавты на орбитальной станции «Скайлэб» получали суточную дозу радиации примерно в шесть раз бо́льшую, чем советские космонавты на станции «Салют-6».

Убедительным свидетельством заботы о здоровье советских космонавтов является созданная в нашей стране Служба радиационной безопасности космических полетов, которая призвана контролировать радиационную обстановку, прогнозировать ее и давать рекомендации экипажам по защитным мероприятиям.

В итоге проведенных на ряде спутников биологических экспериментов, а также медицинских и дозиметрических исследований на пилотируемых кораблях и космических станциях разработаны «Временные нормы радиационной безопасности космических полетов» — ВНРБ-75. Они утверждены Минздравом СССР. В этом документе за основу принята доза радиации, которая не влечет за собою заметного снижения работоспособности космонавта во время полета и не вызывает неблагоприятных для здоровья последствий после его завершения. Все расчеты по защите экипажей от облучения при проектировании космических кораблей и орбитальных станций должны базироваться на этих утвержденных нормативах.

В приводимой ниже таблице указаны нормативные уровни радиации в зависимости от длительности полета.

Длительность полета (месяцы)	1	2	3	4	5	6	8	10	12
Нормативные уровни радиации (бэр за полет)	50	65	80	90	100	110	125	140	150

Из таблицы видно, что по мере возрастания длительности полета среднемесячный нормативный уровень радиации снижается (с 50 бэр для одного мес. до 12,5 бэр для 12 мес.), так как физиологическое воздействие радиации частично сохраняется, накапливается в организме.

Указанные нормы относятся к равномерному облучению всего тела космонавта. Наиболее уязвимыми со стороны радиационного воздействия являются гонады — половые

железы, вырабатывающие наследственное вещество. При неравномерном облучении для них нормативные уровни радиации должны быть снижены вдвое. Таково требование генетики, выражающее заботу о здоровье потомства, будущих поколений.

В наше время космические полеты далеки от приятных увеселительных прогулок. Космический полет — это тяжелый труд, труд, требующий широких и глубоких знаний, большого опыта и многих навыков, труд, требующий мобилизации всех физических и моральных сил человека, полной его самоотдачи в условиях отнюдь не комфортных, труд, связанный с опасностью и риском, труд, требующий готовности к самопожертвованию, труд, посильный только натуре сильной, цельной и целеустремленной. Космонавт, находящийся в таких экстремальных условиях, испытывает огромные психические нагрузки, нервы его крайне напряжены, он легко раздражим. Поэтому по мере увеличения продолжительности полетов, усложнения выполняемых программ огромное значение приобретают вопросы медицинской психологии, психологической совместимости членов экипажа, их взаимоотношений. Все эти вопросы отнюдь не простые. Хотя многие из них успешно решаются, в целом они требуют дальнейшей разработки. Несомненно, что опыт, накопленный здесь медицинской психологией, даст многое и в ее земной повседневной практике.

2. Спутники связи

Космическая связь в нашей стране вступила в новый этап своего развития.

В 1975 г. запущено десять спутников «Молния», в 1976 г. — семь. Облетая планету по сильно вытянутым орбитам, они медленно перемещаются над северным полушарием и быстро над южным. Поэтому каждый такой спутник может использоваться в качестве ретранслятора над территорией Советского Союза большую часть периода его обращения вокруг Земли.

Первым поколением спутников связи являются спутники «Молния-1», работающие на дециметровом диапазоне радиоволн. Затем появились спутники «Молния-2» и «Молния-3». На этом втором поколении спутников используется сантиметровый диапазон волн, что позволяет примерно в 10 раз увеличить емкость каналов связи и значительно повысить качество передач.

Система связи через спутники уже дала народному хозяйству значительный экономический эффект.

Подсчитано, что если расстояние между двумя пунктами превышает 2000 км, связь между ними через спутники оказывается куда более выгодной, чем по радиорелейным и кабельным линиям.

Для передачи программ Центрального телевидения и обеспечения необходимого числа каналов телефонной связи между Москвой и Владивостоком с помощью радиорелейной линии потребовалось бы сооружение около 200 приемно-передающих станций. При использовании канала связи через спутник нужны всего две станции — в Москве и Владивостоке.

Строительство 60 станций «Орбита», действовавших к концу 1975 г. заняло не более семи лет, а расходы на их сооружение не превысили 100 млн. руб. Сеть этих станций позволила осуществлять передачу программ Центрального телевидения во многие труднодоступные районы Союза. На создание радиорелейных линий для тех же районов потребовалось бы не одно десятилетие, а затраты составили бы миллиарды руб.

Наземная телефонная связь между двумя удаленными пунктами, расположенными, например, на Украине и на Дальнем Востоке, осуществляется через несколько междугородных станций, в том числе через Москву. При этом необходимо одновременное высвобождение всех промежуточных каналов. Вот почему междугородные переговоры часто требуют длительных ожиданий, сочлененная линия работает не всегда достаточно надежно, слышимость порою оставляет желать лучшего. Через спутник радиотелефонный разговор ведется непосредственно, связь устанавливается по принципу «каждый с каждым».

Территория нашей страны очень велика. Многие ее города и населенные пункты разделяют огромные расстояния. Преимущества космической связи в таких условиях особенно наглядны и очевидны. Поэтому она у нас интенсивно развивается. Быстро растет сеть приемных станций «Орбита». К концу 1976 г. их число перешагнуло за семьдесят.

22 декабря 1975 г. в Советском Союзе осуществлен запуск нового спутника связи «Радуга». Это — представитель третьего поколения спутников связи. Как и спутники «Молния-2» и «Молния-3», он работает в сантиметровом диапазоне радиоволн. Но спутник этот имеет орбиту,

резко отличную от орбит его предшественников. Она круговая, пролегает почти над экватором на высоте 35 800 км. Период обращения — 23 часа 54 мин. Второй такой же спутник запущен 11 сентября 1976 г. Находясь на орбите, близкой к стационарной, спутник «Радуга» почти не изменяет своего положения относительно поверхности планеты. Такого типа спутник называют геостационарным. Для наземного наблюдателя он представляет собой практически неподвижный ретранслятор на высоте около 36 тыс. км.

Такое положение спутника дает определенные преимущества. В зоне его видимости оказывается значительная часть территории Советского Союза. Через один спутник «Радуга» может осуществляться непрерывная круглосуточная телефонно-телеграфная радиосвязь и одновременные передачи цветных и черно-белых программ Центрального телевидения на сеть станций «Орбита». Для круглосуточного обеспечения таких же передач через «Молнии» потребовалось бы четыре таких спутника, движущихся по орбитам, смещенным одна относительно другой по долготе на 90°. При использовании неподвижных геостационарных спутников связи не требуются следящие системы; наземные станции могут использовать неподвижные антенны, что значительно удешевляет их сооружение, упрощает эксплуатацию.

Поскольку у нас уделяется большое внимание подъему культуры отдаленных районов Крайнего Севера и Дальнего Востока, а сигналы геостационарных спутников, расположенных над экватором, за полярный круг не распространяются, в условиях нашей страны наиболее целесообразно совместное использование спутников «Радуга» и «Молния». В этом случае космической связью обеспечивается вся территория Советского Союза.

Уже сейчас космическая связь обслуживает научно-исследовательские суда, совершающие плавание в акватории Мирового океана. В дальнейшем через спутники будет также осуществляться связь с находящимися в рейсах самолетами, поездами, автомобилями. Спутники связи приносят плоды и в области международного сотрудничества. Достаточно отметить установление прямой телефонной связи через космос между Москвой и Вашингтоном. Интересны и порою неожиданны социальные последствия внедрения космической связи. После того как жители отдаленных районов Сибири и Чукотки получили возможность смотреть программы Центрального телевидения, во многих

из них, например, в Братске, в Анадыре и Певеке, по наблюдениям социологов, уменьшилась текучесть рабочей силы.

26 октября 1976 г. в Космос отправился «Экран» — спутник связи нового поколения. Высота его расположенной почти точно над экватором орбиты — 35 600 км, период обращения — 23 часа 42 мин.

Поскольку вначале спутник-ретранслятор был выведен на околостационарную орбиту и имел период обращения меньше 24 час., он обгонял Землю. Совершая дрейф вдоль экватора, «Экран» достиг запланированной точки, был там заторможен и превратился в геостационарный спутник. Точка стояния спутника — 0° широты, 99° восточной долготы — располагается над островами Бату, чуть западнее острова Суматра. Меридиан, над которым «покоится» ретранслятор, проходит в Восточной Сибири между Красноярском и Братском, недалеко от Тайшета.

Перед разработчиками «Экрана» стояла ответственная и нелегкая задача — создать спутник-ретранслятор, который мог бы передавать телевизионные программы не на сложные и довольно дорогие, а потому пока не очень многочисленные «Орбиты», а на простые и сравнительно дешевые приемные устройства, установка которых была бы экономически оправдана в небольших городах и населенных пунктах.

Кроме самого спутника связи в систему «Экран» входят передающая станция и сеть наземных приемных пунктов, улавливающих сигналы геостационарного ретранслятора.

Подмосковная наземная станция, посылающая в эфир телевизионную программу, имеет передатчик мощностью 5 кВт. Остронаправленная параболическая антенна диаметром 12 м подает сигнал на спутник «Экран» на частоте $6{,}2 \cdot 10^9$ Гц, что соответствует длине волны около 4,8 см. Передающая станция с параболической антенной показана на рис. 1.

Смотрящая на Москву антенна спутника принимает переданный сигнал. «Экран» усиливает его в $5 \cdot 10^{11}$ раз. Его передающая антенна, ориентированная на Сибирь, посылает сигнал мощностью 200 Вт. Здесь, вероятно, уместно вспомнить, что мощность передатчиков спутников «Молния» составляла только 40 Вт. Передаваемый сигнал модулируется не по амплитуде, как в обычном телевидении, а по частоте. Поэтому телевизионный канал передатчика занимает достаточно широкую полосу частот — $702 \cdot 10^6$—

726 · 10^6 Гц (длины волн примерно от 41 до 43 см). На рис. 2 показаны три области, которые являются зонами видимости трех геостационарных спутников, равномерно расположенных вдоль экватора на расстоянии 120° по долготе.



Рис. 1. Наземная передающая станция системы космической связи «Экран».

Правая область, включающая бóльшую часть территории СССР, достаточно точно изображает зону видимости спутника «Экран».

Для надежного функционирования системы «Экран» необходимо, чтобы спутник-ретранслятор постоянно находился в заданной точке стационарной орбиты, отходя от нее не больше, чем на 1°. Наведение его бортовых антенн должно осуществляться с точностью 30—40′. Для удержания спутника в заданной точке орбиты, сохранения ориентации приемной и передающей антенн, жестко связанных с

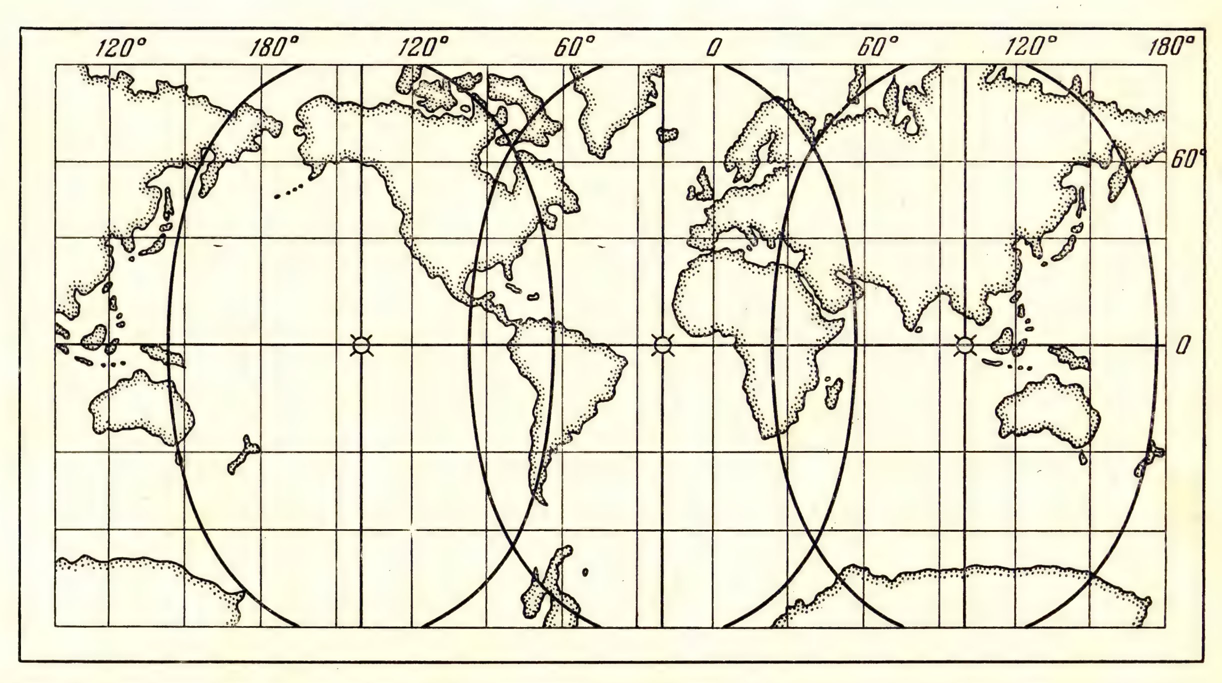


Рис. 2. Зоны видимости геостационарных спутников, равномерно расположенных вдоль экватора на расстоянии 120° по долготе.

его корпусом, на борту «Экрана» установлены системы коррекции орбиты, трехосной ориентации спутника.

С целью получения наибольшей энергии от солнечных батарей их слежение за Солнцем происходит независимо от ориентации спутника. Мощность солнечных батарей — 2 кВт. От них получают энергию все бортовые системы «Экрана».

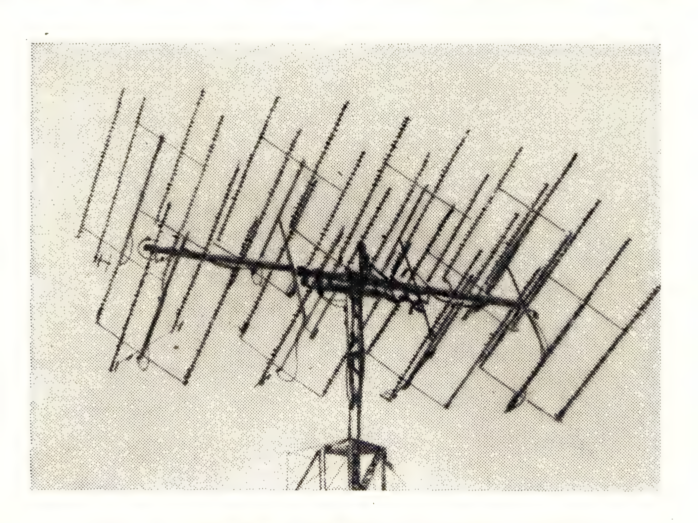


Рис. 3. Наземная приемная установка I класса.

Наземные устройства, расположенные в зоне обслуживания спутника связи, принимают частотно-модулированный сигнал, посылаемый с орбиты «Экраном», и преобразуют его в сигнал метрового диапазона, соответствующий одному из каналов обычного телевизионного приемника. Эти сигналы, модулированные уже по амплитуде, маломощным наземным ретранслятором передаются для приема коллективными или индивидуальными антеннами близлежащих населенных пунктов. Благодаря достаточной мощности передатчика «Экрана», острой направленности и точной ориентации его антенны, посылающей сигналы, качество приема в зоне обслуживания такое же, как и в районе прямого приема передач наземного телецентра.

Для приема сигналов спутника-ретранслятора используются наземные устройства двух типов.

Установка I класса обеспечивает профессиональный прием. Ее приемное устройство по габаритам сравнимо

с бытовым холодильником и может быть размещено, скажем, в почтовом отделении. Антенная система состоит из 32 антенн, подобных используемым в наземном телевидении. Принимаемый сигнал усиливается в 1200 раз. Установка I класса, изображенная на рис. 3, предназначена для передачи сигнала на мощные телевизионные наземные ретрансляторы или на передающие станции.

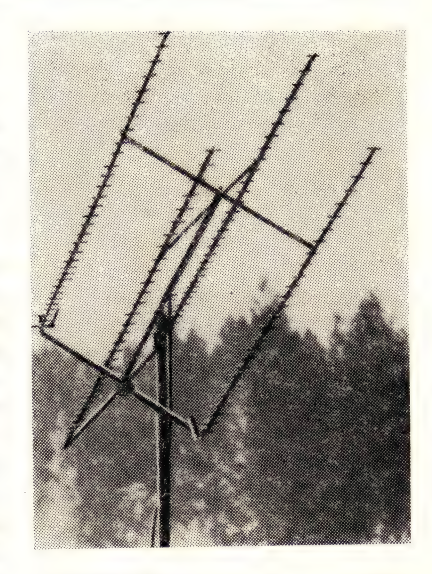


Рис. 4. Упрощенная установка II класса.

Упрощенная установка II класса используется для коллективного приема. Ее приемник имеет размеры 36 × 24 × 16 см. Антенная система состоит только из четырех антенн, что позволяет укреплять ее прямо на крыше дома. Здесь сигнал усиливается примерно в 200 раз. От установки II класса он может подаваться непосредственно в распределительную телевизионную сеть. Рис. 4 дает представление об установке II класса.

Космическую связь, переживающую сейчас бурное развитие, несомненно, ожидает большое будущее.

3. Метеорологические спутники

В нашей стране, как и в предшествующие годы, продолжала развиваться космическая метеорологическая служба.

В 1975 г. на орбиты выведены четыре метеорологических спутника. Один из них, «Метеор-2», запущенный 11 июля, имеет ряд усовершенствований. Находящаяся на его борту оптико-механическая сканирующая телевизионная аппаратура получает изображения облачности и земной поверхности и передает их наземным приемным пунктам. Имеется там и телевизионная система, работающая в инфракрасной области. Радиометрическая аппаратура осуществляет не-

прерывное наблюдение за потоками проникающих излучений в околоземном космическом пространстве. В 1976 г. для несения космической службы погоды отправлены на вахту три спутника «Метеор».

Поскольку различные атмосферные возмущения перемещаются очень быстро, для уверенного прогнозирования погоды, без которого невозможно вести современное сложное хозяйство, необходимо знание метеорологической обстановки на огромных пространствах, выходящих за границы отдельных государств. Это обстоятельство и подсказало метеорологам разных стран необходимость создания Всемирной метеорологической организации. Сейчас в нее входит почти полторы сотни членов-государств. Внутри этой организации имеется Всемирная служба погоды. Метеорологи входящих в нее стран осуществляют наблюдения, связь между метеорологическими органами и постами, обработку всех полученных данных в глобальном масштабе.

Наземные станции Всемирной службы погоды проводят наблюдения на всей земной поверхности в одни и те же моменты времени и полученные данные сообщают синоптикам. На основе этих данных составляются карты погоды, ведется ее прогнозирование. Одномоментность наблюдений— основное достоинство наземной системы. Но наземные станции расположены неравномерно. Их очень мало в южном полушарии, практически нет на просторах океанов, занимающих огромную площадь земной поверхности. Наблюдения на них ведутся не непрерывно, а через значительные интервалы времени. В этом их недостаток.

Совсем иные особенности имеет информация от метеорологических спутников. Если спутники погоды движутся по орбитам с большим наклонением к экватору (у «Метеоров», например, оно превышает 81°), т. е. просматривают все широты, то при правильной организации наблюдений на них поступающая со спутников информация носит глобальный характер. Однако она поступает по мере пролета спутника над различными участками земной поверхности, поэтому не может быть синхронной. Это несколько усложняет использование спутниковой информации синоптиками.

Особенно эффективными оказались метеорологические спутники при изучении тропических циклонов. Так как в основном они зарождаются и развиваются на

океанских просторах, наземные наблюдения давали о них очень мало сведений, что очень затрудняло и тормозило изучение этих грозных явлений природы. Фотографии же циклонов, полученные со спутников, весьма наглядны, несут в себе большую информацию. Ниже даются два убедительных тому примера.

На рис. 5 приведена фотография тайфуна «Фрэн». Он зародился 3 сентября 1976 г. в районе Каролинских островов. 10 сентября тайфун обрушился на южную часть Японии. Скорость ветра достигла 50 м/с. Ураган разрушил более 2 тыс. домов, оставив без крова около 300 тыс. человек. Вышедшие из берегов реки смыли 190 мостов. Количество человеческих жертв приближается к 150. Приводимая фотография тайфуна «Фрэн» получена советским спутником «Метеор» 10 сентября около 6 час. московского времени. В центре тайфуна выделяется темное пятно — «глаз бури». Давление там пониженное, порядка 945 мбар. Поэтому туда с периферии устремляются более плотные воздушные массы. Вращение Земли является причиной их закручивания против часовой стрелки, поскольку тайфун находится в Северном полушарии. Это хорошо прослеживается на фотографии.

Рис. 6 дает изображение еще двух ураганов. Ураган «Эмми» возник 22 августа 1976 г. восточнее Малых Антильских островов. Ураган «Фрэнсис» зародился в том же месте через шесть дней, 28 августа. На фотографии ураган «Эмми» расположен выше. Он вполне сформирован. В его центре виден «глаз бури». Ураган «Фрэнсис» на снимке находится ниже. Возникнув позже, он еще не сформировался полностью, менее компактен, не имеет четко выраженного центра; у него отсутствует «глаз бури».

Чтобы устранить недостаток, заключающийся в несинхронности информации, получаемой со спутников, осуществляется запуск геостационарных метеорологических спутников. По международной программе планируется выведение пяти таких спутников. Один из них будет советским. Он расположится над экватором в точке с восточной долготой 70°.

Такие спутники дадут возможность получать через каждые 30 мин. единомоментные фотографии поверхности планеты и облачных образований от экватора до 50° широты в обоих полушариях. Таким образом, наблюдения с геостационарных метеорологических спутников будут вестись синхронно и практически непрерывно.

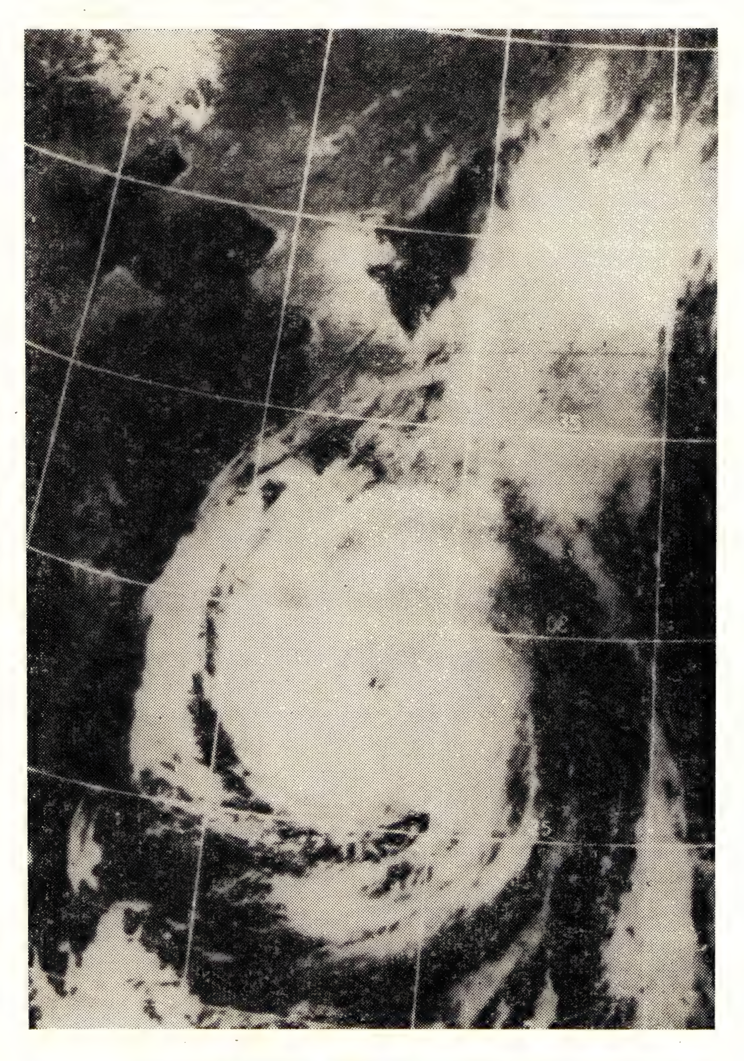


Рис. 5. Фотография урагана «Фрэн», полученная советским метеорологическим спутником «Метеор».

Видимо, недалеко то время, когда информация, поступающая с метеорологических спутников, станет такой

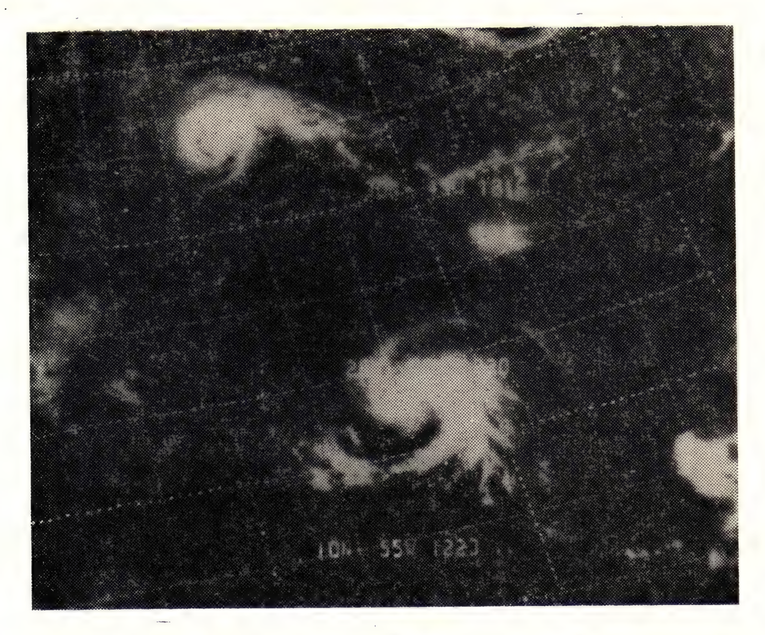


Рис. 6. Ураганы «Эмми» и «Фрэнсис», бушевавшие в Атлантике в августе—сентябре 1976 г.

обширной и разносторонней, что она окажется, наконец, достаточной для составления надежных прогнозов погоды, не только краткосрочных, но и долгосрочных.

4. Станция «Салют-4»

В 1975 г. был сделан очередной шаг в развитии космической техники и космических исследований с помощью орбитальных научных станций «Салют».

26 декабря 1974 г. была запущена станция «Салют-4». 11 января 1975 г. на орбиту был выведен транспортный корабль «Союз-17» с экипажем в составе командира корабля А. А. Губарева и бортинженера Г. М. Гречко. «Союз-17» состыковался со станцией 12 января и экипаж перешел в помещение станции. 9 февраля, после завершения программы полета, космонавты совершили успешную посадку на Землю.

24 марта 1975 г. был запущен корабль «Союз-18», пилотируемый командиром корабля П. И. Климуком и бортинженером В. И. Севастьяновым. Длительность их работы в космосе составила 63 дня.

Позднее, 19 ноября 1975 г. со станцией «Салют-4» был состыкован беспилотный корабль «Союз-20», выведенный на околоземную орбиту 17 ноября.

Станция «Салют-4» создавалась на основе предшествующих станций «Салют». Проведенные на основании опыта их эксплуатации усовершенствования (резервирование приборов и систем, увеличение ресурса отдельных приборов и агрегатов, увеличение запасов системы обеспечения жизнедеятельности и др.) позволили увеличить продолжительность активного существования станции.

За счет автоматической ориентации батарей на Солнце, использования телетайпа для приема радиограмм на борту и системы «Каскад», автоматически поддерживающей ориентацию станции, было увеличено время, которое экипаж использовал для проведения экспериментов.

Более комфортными стали условия для экипажа.

В состав пилотируемой орбитальной станции «Салют-4» входят орбитальный блок, выведенный на околоземную орбиту без экипажа, и транспортный корабль. Общая масса «Салюта-4» на орбите составила 25,6 т, в том числе орбитального блока 18,9 т, масса научной аппаратуры 2 т. Длина станции 21,4 м, орбитального блока 14,4 м. Максимальный диаметр орбитального блока 4,15 м, наибольший поперечный размер станции с раскрытыми солнечными батареями 16,5 м. Объем герметичных отсеков станции 100 м³. Для наблюдений и проведения исследований используются 28 иллюминаторов.

На рис. 7 показана схема расположения оборудования станции «Салют-4».

На станции «Салют-4» был установлен комплекс научных приборов для астрофизических исследований: орбитальный солнечный телескоп ОСТ-1 и дифракционный спектрометр КДС-3 для регистрации спектров активных областей Солнца в диапазоне 870—1400 Å и измерения интенсивности излучения Солнца в диапазоне 750—1050 Å; рентгеновский телескоп РТ-4 для измерения временны́х вариаций излучения рентгеновских источников в диапазоне 44—60 Å; рентгеновский телескоп-спектрометр «Филин-2» для исследования спектра рентгеновских источников, поисков новых источников, изучения фона пространства в диапазоне

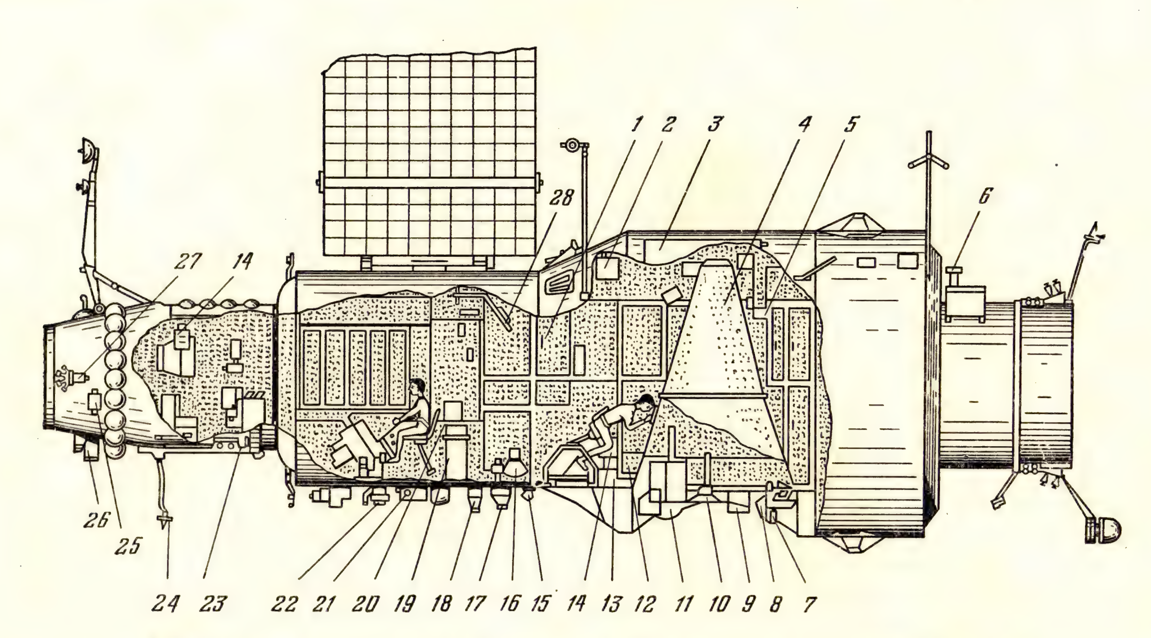


Рис. 7. Схема расположения оборудования на орбитальной станции «Салют-4».

1 — кино-, фотоаппаратура, медицинское оборудование; *2* — спектрометр «Силя-4»; *3* — микрометеорный датчик МКМ-1; *4* — орбитальный солнечный телескоп ОСТ-1; *5* — аппаратура «Фреон»; *6* — рентгеновский телескоп-спектрометр «Филин-2»; *7* — рентгеновский телескоп РТ-4; *8* — дифракционный спектрометр КДС-3; *9* — комплекс солнечных спектрометров КСС-2; *10* — орбитальный радиовысотометр автономной навигационной системы «Дельта»; *11* — инфракрасный телескоп-спектрометр ИТС-К; *12* — пневмовакуумный костюм; *13* — «бегущая дорожка»; *14* — фотоаппараты; *15* — уголковые отражатели; *16* — астроориентатор АО-1; *17* — солнечный датчик; *18* — инфракрасный построитель местной вертикали; *19* — система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги; *20* — аппаратура «Строка»; *21* — телевизионный звездный пеленгатор; *22* — оптические ориентаторы; *23* — аппаратура «Спектр»; *24* — комплекс тепловых труб; *25* — аппаратура «Нейтраль»; *26* — телевизионная аппаратура; *27* — ионный датчик; *28* — велоэргометр.

1—60 Å; инфракрасный телескоп-спектрометр ИТС-К для исследования излучения атмосферы Земли и небесных тел в диапазоне 1—8 мкм; комплекс солнечных спектрометров КСС-2 для изучения прозрачности земной атмосферы в диапазонах 0,2—0,36 и 3,19—3,83 мкм. С помощью спектрометра «Силя-4» исследовался изотопный состав и энергетический спектр легких ядер. Микрометеоритный датчик регистрировал поток микрометеоритных частиц массы более 10^{-9} г для контроля обстановки и сбора данных с целью разработки методов прогноза метеорной опасности.

Ряд приборов предназначался для исследования земной атмосферы. Несколько фотоаппаратов использовались для фотографирования поверхности Земли. С помощью научных приборов был проведен ряд медицинских и биологических исследований.

Помимо научных исследований проводились испытания экспериментального оборудования станции, элементов ее конструкции. В результате этих исследований ряд приборов и систем был переведен из разряда экспериментальных в состав основного оборудования.

Наблюдения Солнца позволили получить большой материал. Составлен каталог, содержащий более 100 линий в области 970—1400 Å в спектре слабой вспышки. Обнаружена тонкая структура ультрафиолетовых линий, показывающая сильную неоднородность физических условий в верхней хромосфере, данные об электронной плотности и ее изменении в определенных областях Солнца и др.

Получены данные по отдельным рентгеновским источникам.

Обработка результатов наблюдений и их истолкование продолжаются, и мы будем иметь возможность вернуться к ним в дальнейшем.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Л. А. Ведешин

В 1978 г. по программе сотрудничества социалистических стран в области исследования и использования космического пространства в мирных целях «Интеркосмос» были запущены космические корабли «Союз-28», «Союз-30», «Союз-31», искусственный спутник Земли «Интеркосмос-18», геофизическая ракета «Вертикаль-7», метеорологические ракеты «МР-12», «М-100Б», «ММР-06 Дарт».

3 ноября 1978 г. в 15 час. 05 мин. по московскому времени в СССР произведен запуск геофизической ракеты «Вертикаль-7» на высоту 1500 км. Ракета несла научную аппаратуру, разработанную специалистами НРБ, ВНР, СРР, СССР и ЧССР. С ее помощью были выполнены комплексные исследования параметров верхней атмосферы и ионосферы Земли и их связи с солнечным ультрафиолетовым излучением.

Успешно осуществлялось сотрудничество в области космической метеорологии. В июне 1978 г. на станции ракетного зондирования атмосферы в Волгограде состоялась серия запусков метеорологических ракет «М-100Б» и «ММР-06 Дарт» с научной аппаратурой, разработанной специалистами НРБ, ГДР, ПНР, СРР и СССР.

Успешно развивалось сотрудничество между СССР и Францией. Продолжается работа запущенного советской ракетой 17 июня 1977 г. французского спутника «Снег-3» для исследования космического гамма-излучения и ультрафиолетового излучения Солнца.

В январе 1978 г. на станции «Салют-6» космонавтами О. Г. Макаровым и В. А. Джанибековым проведен советско-французский эксперимент «Цитос», предназначенный для

изучения влияния факторов космического полета на развитие простейших биологических объектов. Этот эксперимент позволил получить уникальные результаты. Обнаружены стимуляция роста клеток простейших, повышение размеров этих клеток по сравнению с наземными, морфологические изменения клеток протея.

Продолжалась обработка данных, полученных в советско-французском эксперименте «Биоблок-2» на биоспутнике «Космос-936», запущенном 3 августа 1977 г. Полученные результаты показывают значительную роль одиночных воздействий тяжелых ядер космического излучения на биообъекты, особенно при их экспонировании вне спутника, в открытом космическом пространстве. Этому эксперименту предшествовали обширные радиобиологические исследования на ускорителях заряженных частиц. Для уточнения радиационной опасности многозарядных ионов космического излучения эти исследования будут продолжены в космосе и на ускорителях.

9 сентября 1978 г. в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической межпланетной станции «Венера-11», а 14 сентября 1978 г. — станции «Венера-12», сходных по конструкции и назначению. На борту станций наряду с советской аппаратурой установлены французские приборы.

В октябре 1977 г. на полигоне Куру (Французская Гвиана) и советском научно-исследовательском судне «Академик Королев» были проведены пуски метеорологических ракет с целью сравнения данных о температуре, ветре и давлении атмосферы, получаемых советской и французской аппаратурой. Проводились также работы по усовершенствованию хемолюминесцентных датчиков озона и методик обработки данных экспериментов.

В период с 7 июня по 8 сентября 1978 г. состоялась шестая советско-французская экспедиция на о. Кергелен по зондированию атмосферы. Осуществлено 20 пусков советских метеорологических ракет «М-100Б» и впервые получены регулярные данные о процессах в верхней атмосфере в зимний сезон средних широт южного полушария. В зимний период (1977—1978 гг.) на о. Хейса проведено 11 сеансов лазерного зондирования. В результате предварительной обработки данных выявлена волновая структура вариаций плотности естественного натрия в полярной мезосфере. В апреле 1978 г. на о. Хейса начаты работы по дальнейшей модернизации лазерной станции с целью проведения дневного зондирования. Летом 1978 г. проведена серия проб-

ных сеансов лазерного зондирования дневной полярной мезосферы.

30 октября 1978 г. в 8 час. 23 мин. в Советском Союзе осуществлен запуск автоматической станции «Прогноз-7». Эта станция выведена на высокоэллиптическую орбиту спутника Земли со следующими параметрами: максимальное расстояние от поверхности Земли (в апогее) 202 965 км, минимальное расстояние от поверхности Земли (в перигее) 483 км, период обращения вокруг Земли 98 час. 08 мин., наклонение орбиты 65°.

Станция предназначена для продолжения исследований корпускулярного и электромагнитного излучений, потоков солнечной плазмы и магнитных полей в околоземном космическом пространстве. На борту установлена научная аппаратура, разработанная в Советском Союзе и Франции (проекты «Снег-2М», «Жемо-С2» и «Галактика»), в ВНР, СССР и ЧССР (проект «Плазмаг»), а также в СССР и Швеции.

В 1978 г. на полигоне Терлс (Индия) продолжались пуски советских метеорологических ракет «М-100Б» и индийских ракет «Центавр» с советской и индийской аппаратурой. Успешно развивалось сотрудничество ученых социалистических стран в области наблюдения искусственных спутников Земли.

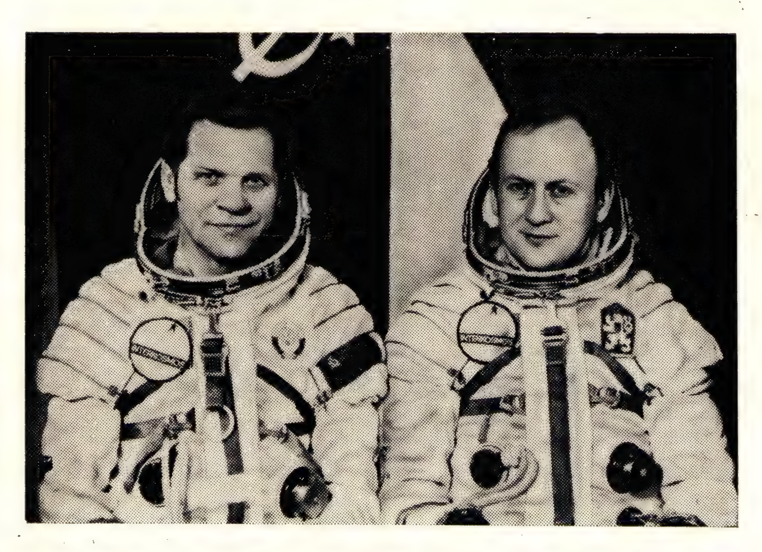
В течение 1978 г. продолжались фотографические и визуальные наблюдения на программе «Атмосфера» станциями социалистических стран. Велись также наблюдения по программе «Большая хорда» с помощью камер АФУ-75 и лазерных дальномеров. В наблюдениях принимали участие станции, организованные Советским Союзом совместно с Францией, АРЕ, Мали, Чадом и Боливией. О некоторых международных космических экспериментах, выполненных в течение 1978 г., подробнее будет рассказано ниже.

Международные полеты космонавтов социалистических стран по программе «Интеркосмос»

В 1976 г. Советский Союз выступил с предложением об участии граждан социалистических стран в полетах на советских космических кораблях и орбитальных станциях, а также в проводимых на них научных исследованиях и экспериментах. Это предложение было встречено с большим интересом.

В конце 1976 г. в Москву прибыла первая группа кандидатов в космонавты — граждан ЧССР, ПНР и ГДР (по два человека от каждой страны).

В течение года занятий в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина они получили необходимые теоретические и практические знания, прошли подготовку на многочисленных тренажерах и цикл медико-биологических обследований. Большую товарищескую помощь оказали коллегам из социалистических стран советские космонавты, имеющие большой опыт полетов в космос.



Международный экипаж космического корабля «Союз-28» А. А. Губарев (слева) и В. Ремек.

Первый международный экипаж космонавтов СССР и ЧССР. 2 марта 1978 г. в 18 час. 28 мин. в Советском Союзе с космодрома Байконур стартовал космический корабль «Союз-28», на борту которого находился первый международный экипаж в составе командира корабля летчика-космонавта СССР А. А. Губарева и гражданина ЧССР космонавта-исследователя В. Ремека. Ракета-носитель вывела космический корабль «Союз-28» на орбиту, лежащую в одной плоскости с орбитой исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-27», где работали космонавты Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко. В течение первых трех витков космонавты контролировали состояние и работоспособность систем и агрегатов корабля, проверяли герметичность его

отсеков, затем сняли скафандры. На четвертом и пятом витках «Союз-28» совершил первый двухимпульсный корректирующий маневр для подъема орбиты корабля. При первом импульсе двигательная установка корабля проработала 4 с и увеличила его скорость на 1,3 м/с, при втором импульсе — 55 с, увеличив скорость корабля на 31,6 м/с. В результате этого маневра «Союз-28» перешел на орбиту с высотой в перигее 269 км, в апогее 309 км и периодом обращения 90 мин.

Двигаясь по этой орбите, корабль догонял станцию, которая на момент старта находилась впереди по полету корабля на расстоянии около 10 тыс. км. 3 марта, на 17-м витке полета корабля «Союз-28» был выполнен повторный двухимпульсный корректирующий маневр, позволивший сблизить корабль с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-27» до расстояния, начиная с которого дальнейшее сближение осуществлялось автоматически аппаратурой автономного наведения. Причаливание и стыковка корабля «Союз-28» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-27» произошли на 18-м витке полета в 20 час. 10 мин. по московскому времени в зоне радиовидимости станций слежения Советского Союза и контролировались как экипажем, так и с Земли персоналом управления полетом. Стыковка была произведена к узлу, расположенному на агрегатном отсеке станции. После стыковки, проверки герметичности стыковочного узла и выравнивания давления между кораблем и станцией в 23 час. 10 мин. космонавты А. А. Губарев и В. Ремек открыли переходные люки и перешли в помещение станции «Салют-6». На борту научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28» к совместным исследованиям приступил международный экипаж в составе космонавтов Ю. В. Романенко, Г. М. Гречко, А. А. Губарева и В. Ремека. Программа работ международного экипажа предусматривала проведение в течение семи дней совместных медицинских, биологических, научных и технических экспериментов и исследований, в которых использовались приборы, материалы и методики, разработанные совместно советскими и чехословацкими учеными.

На исходе 3 марта космонавты начали свой первый совместный советско-чехословацкий эксперимент «Хлорелла», целью которого являлось изучение влияния невесомости на развитие одноклеточных земных водорослей семейства хлореллы. Водоросль хлорелла хорошо изучена и неодно-

кратно использовалась в различных космических экспериментах в качестве модели быстрорастущего организма. В эксперименте на станции хлорелла была представлена не только нормальными зелеными формами, но и лишенными хлорофилла мутантами; помимо хлореллы были использованы и другие водоросли. В эксперименте использовались четыре контейнера с тремя видами водорослей, в запаянных ампулах с органической питательной средой. При проведении эксперимента «Хлорелла» в условиях невесомости получено несколько поколений водорослей.

На следующий день космонавты приступили к выполнению технологического эксперимента «Морава». Цель этого эксперимента — исследование закономерностей процесса кристаллизации различных расплавов кристаллических и стеклообразных материалов в условиях невесомости. В эксперименте «Морава» исследовались хлориды серебра и свинца, хлориды одновалентной меди и свинца, которые помещались в двух кварцевых ампулах, подготовленных чехословацкими специалистами.

Для проведения этого эксперимента космонавты поместили капсулу с исследуемыми веществами в электронагревательную камеру советской установки «Сплав». Ампулы с материалами, выплавленными в космосе, переданы чехословацким ученым для дальнейших исследований.

С помощью прибора «Оксиметр», разработанного чехословацкими специалистами, был проведен советско-чехословацкий эксперимент «Оксиметр». Целью этого эксперимента являлось изучение кислородного режима в тканях человека, находящегося в условиях невесомости. Динамика поступления кислорода в легкие — дальнейшего его переноса кровью изучена достаточно хорошо, однако до настоящего времени неясно, как в условиях невесомости кислород включается в обменные процессы организма. Важнейшим показателем этих реакций является уровень напряжения кислорода в тканях, измеряемый на «Оксиметре». В условиях невесомости происходит перераспределение циркулирующей в организме крови, в результате которого наступает переполнение кровью сосудистой системы верхней части тела. Это может сказаться на изменении кислородного насыщения крови, а следовательно, и тканей организма. Полученные в эксперименте «Кислород» данные позволят оценить интенсивность окислительных процессов в тканях человека в условиях невесомости, т. е. процессов, которые

служат показателем интенсивности энергетического обмена в организме. Это важно для оценки эффективности проводимых на борту пилотируемых аппаратов профилактических мероприятий.

Целью совместного советско-чехословацкого эксперимента «Теплообмен» являлось сравнение субъективного ощущения теплового состояния космонавта и объективных измерений его кожной температуры, выполняемых специальным прибором — катетерометром (прибор разработан и изготовлен чехословацкими специалистами). Если корреляция тепловых ощущений и состояния космонавтов с показаниями катетерометра будет установлена, этот прибор можно рекомендовать для использования его в системе терморегулирования пилотируемых космических аппаратов вместо традиционных термометров.

В эксперименте «Экстинкция» космонавты А. А. Губарев и В. Ремек наблюдали за изменением яркости звезд при заходе их за ночной горизонт Земли. Космонавты заметили, что яркость звезд уже на расстоянии приблизительно 80—100 км от горизонта Земли постепенно ослабевает, звезды меняют цвет или мерцают. Специалисты полагают, что в верхней атмосфере может образовываться оптически неоднородный слой, который и оказывает влияние на проходящий через него световой поток от наблюдаемой звезды. Эксперимент проводился по методике, разработанной совместно советскими и чехословацкими специалистами с использованием специальных карт звездного неба и узкополосных фильтров, изготовленных в ЧССР. В эксперименте использовались также бортовой магнитофон, секундомер и бинокль. Полученные результаты послужат для расчетных и проектных работ по созданию в ЧССР автоматического фотометра для продолжения подобных экспериментов.

Для выявления индивидуальных особенностей психологической адаптации экипажей к условиям среды обитания на станции «Салют-6» был предназначен советско-чехословацкий эксперимент «Опрос». Использовался целенаправленный опрос, производимый с помощью медико-психологического опросника, разработанного специалистами СССР, ЧССР и ПНР. Материалы, полученные в этом эксперименте, позволяют получить достаточный объем информации для оценки динамических сдвигов в субъективной сфере человека, адаптирующегося к новой необычной среде обитания, и будут использованы для дальнейшего совершенствования

условий проживания и деятельности человека в замкнутом объеме.

Помимо этих исследований и экспериментов космонавты проводили фотосъемки стационарной фотокамерой МКФ-6М и визуальные наблюдения Земли, в том числе ледников и снежного покрова, изучали окружающую среду и природные ресурсы.

10 марта 1978 г., после завершения программы совместных работ на борту орбитального научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28», международный экипаж космонавтов СССР и ЧССР успешно возвратился на Землю, доставив материалы экспериментов и приборы. Материалы, содержащие информацию, полученную в процессе проведения экспериментов и исследований, переданы специалистам СССР и ЧССР для анализа и интерпретации.

Второй международный экипаж космонавтов СССР и ПНР. 27 июня 1978 г. в 18 час. 27 мин. по московскому времени в Советском Союзе стартовал космический корабль «Союз-30», пилотируемый летчиком-космонавтом СССР П. И. Климуком и космонавтом-исследователем гражданином ПНР М. Гермашевским. Ракета-носитель вывела корабль на начальную геоцентрическую орбиту с параметрами: высота в перигее 197 км, в апогее 261 км, наклонение 51°,6, период обращения 88,8 мин.

28 июня в 20 час. 7 мин. 50 сек. произошла стыковка корабля «Союз-30» с орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-29» к стыковочному узлу со стороны агрегатного отсека станции.

После завершения процесса стыковки электро- и гидросистем аппаратов и проверки герметичности стыковочного узла в 23 час. 12 мин. космонавты Климук и Гермашевский перешли в помещение станции, к находившимся там советским космонавтам В. В. Коваленку и А. С. Иванченкову.

Программа работ второго международного экипажа предусматривала проведение в течение семи дней научно-технических исследований и экспериментов, ряд которых был подготовлен совместно специалистами СССР и ПНР. Выполнение этой программы исследований экипаж начал 29 июня с комплексного обследования систем кровообращения. У членов экипажа регистрировались реограммы, кардиограммы и др. показатели.

В этот же день космонавты приступили к проведению технологического эксперимента «Сирена», подготовленного

совместно советскими и польскими специалистами; цель эксперимента — изучение процесса направленной кристаллизации полупроводниковых материалов из жидкой фазы



Международный экипаж космического корабля «Союз-30» П. И. Климук (слева) и М. Гермашевский.

в условиях невесомости. В электронагревательную камеру установки «Сплав» помещалась кварцевая ампула с кристаллом тройного полупроводника «ртуть-кадмий-теллур». В результате нагрева ампулы до расплавления кристалла и про-

граммируемого охлаждения происходит затвердевание материала. После окончания эксперимента кварцевая ампула с полупроводниковым материалом была возвращена на Землю для последующего анализа. Ожидается, что полученные в условиях невесомости кристаллы этого типа будут характеризоваться большей однородностью и более высоким совершенством кристаллической структуры. 3 июля с иной программой эксперимент «Сирена» был повторен.

Программа медицинских исследований была продолжена с помощью аппаратуры, разработанной чехословацкими специалистами. С ее помощью были выполнены советско-польские эксперименты «Кислород-2» по изучению кислородного режима в тканях человека и «Теплообмен-3» по исследованию охлаждающих свойств среды обитания экипажей космических кораблей, а также особенностей терморегуляции организма человека в условиях невесомости.

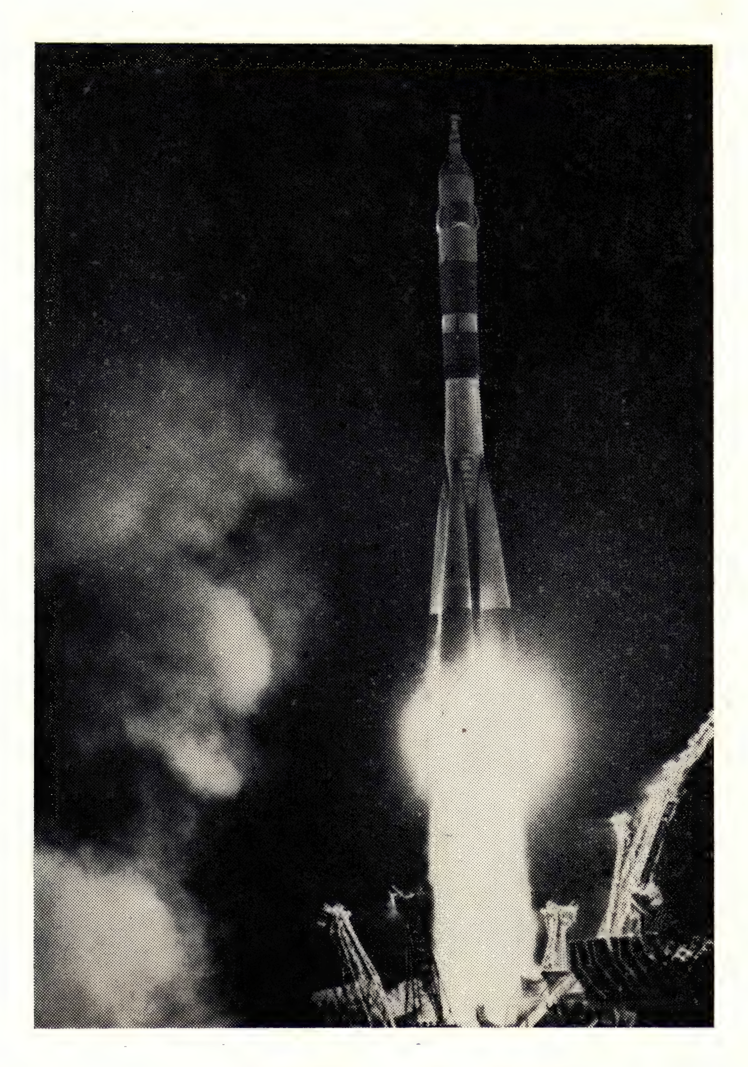
В экспериментах «Досуг» и «Опрос» определялась эффективность воздействия зрелищно-музыкальных программ на работоспособность экипажа и психологические аспекты его адаптации к условиям полета.

В вакуумном костюме «Чибис» и с аппаратурой «Полином-2М» космонавты исследовали реакции сердечно-сосудистой системы на имитацию действия гидростатического давления. Эти же исследования были выполнены при дозированной нагрузке с использованием велоэргометра в эксперименте «Кардиолидер» с помощью прибора, разработанного польскими специалистами и позволяющего осуществлять контроль за состоянием космонавтов в ходе эксперимента.

Программа 2 и 3 июля была посвящена наблюдениям и фотографированию Земли, в том числе стационарной фотокамерой МКФ-6М, разработанной специалистами СССР и ГДР.

5 июля 1978 г. космонавты Климук и Гермашевский возвратились на Землю, доставив материалы экспериментов и некоторые приборы.

Третий международный экипаж космонавтов СССР и ГДР. 26 августа 1978 г. в 17 час. 51 мин. московского времени в Советском Союзе был осуществлен запуск космического корабля «Союз-31». Советский космический корабль пилотировал международный экипаж: командир корабля дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт СССР В. Ф. Быковский и космонавт-исследователь гражданин ГДР Зигмунд Иен.



Старт космического корабля «Союз-31».

Программой полета экипажа корабля «Союз-31» предусматривалась стыковка корабля с орбитальным научно-исследовательским комплексом «Салют-6» — «Союз-29» и



Международный экипаж космического корабля «Союз-31» В. Ф. Быковский (слева) и З. Иен.

проведение на его борту исследований и экспериментов совместно с космонавтами В. В. Коваленком и А. С. Иванченковым.

После стыковки космического корабля «Союз-31» с орбитальным научно-исследовательским комплексом «Салют-6»—

«Союз-29» 28 августа космонавты приступили к выполнению научных исследований и экспериментов с использованием приборов, материалов и методик, разработанных совместно специалистами СССР, ГДР, ПНР и ЧССР.

После медицинских обследований космонавты В. Ф. Быковский и З. Иен начали проведение эксперимента «Беролина» на установках «Сплав» и «Кристалл», разработанных в СССР. В ходе этого эксперимента четыре капсулы, подготовленные специалистами ГДР, подвергались высокотемпературной обработке. Капсулы установки «Сплав» содержали вещества для получения оптического стекла и полупроводника германий-иод, капсулы установки «Кристалл» — вещества для получения полупроводниковых монокристаллов свинец-теллур и висмут-сурьма.

Конструктивно каждая установка состоит из электронагревательной камеры, пульта управления и капсул с кварцевыми ампулами, содержащими образцы веществ. После закладки капсул в нагревательную камеру и набора программы режима работы на пульте управления процесс происходит автоматически, а космонавты только периодически контролируют работу установки. После завершения программы этого эксперимента космонавты Быковский и Иен доставили капсулы на Землю для дальнейшего детального изучения.

В процессе полета выполнялись медико-биологические эксперименты «Культура ткани», «Сшивка микроорганизмов», «Рост бактерий», «Метаболизм бактерий». Эти эксперименты носили как биологический, так и биохимический характер. Основной их целью являлось выяснение влияния невесомости на обмен веществ, образование сложных клеточных структур и развитие клеток млекопитающих. При этом предполагалось определить изменения в делении клеток, в их обмене веществ и свойствах клеточных мембран, в обмене информацией между клетками и их окружением, а также другие изменения, что имеет большое значение для космической биологии и медицины. Все четыре эксперимента проводились с помощью приборов, разработанных специалистами СССР и ГДР.

Космонавты в период пребывания на станции несколько раз выполняли эксперимент «Время», целью которого является исследование динамики субъективного чувства времени у членов экипажа в условиях полета. Эксперимент проводился с использованием электронного секундомера «Рула» с участием одновременно двух членов экипажа, которые

поочередно выступали то в роли экспериментатора, то в роли обследуемого.

Эксперимент «Речь» проводился во время сеансов радио- и телевизионной связи с целью оценки функционально-психологического состояния космонавта в реальных условиях полета на основе изучения частотных, амплитудно-временных характеристик речи гражданина ГДР при произношении им по-немецки числа «226».

В эксперименте «Аудио» с помощью прибора «Эльба», разработанного в ГДР, проводились исследования влияния комплекса факторов космического полета на слух космонавта.

Были также продолжены эксперименты, начатые во время полетов первого и второго международных экипажей: «Вкус», «Опрос», «Досуг», «Полярное сияние».

В эксперименте «Полярное сияние» космонавты проводили визуальные наблюдения полярных сияний. Наблюдения проводились через иллюминатор в течение 15—20 мин. при прохождении станцией участков орбиты, минимально отстоящих от северного и южного полюсов (над Канадой и Австралией). При этом космонавты зарисовывали видимую картину полярных сияний в бортжурнале, указывая форму и распределение цвета этого явления.

В эксперименте «Репортер» проводилось фотографирование особых событий и явлений, регистрация деятельности космонавтов, показаний приборов и элементов конструкции космических кораблей в процессе стыковки, расстыковки и других операций в космосе. С этой целью на «Салют-6» была доставлена малоформатная зеркальная камера «Практика-ЕЕ2» (производство ГДР) с электронной автоматикой для выбора времени экспозиции.

Во время полета космонавтов В. Ф. Быковского и З. Иена были проведены эксперименты по изучению природных ресурсов Земли в интересах народного хозяйства стран — членов СЭВ. В ходе этих экспериментов проводилось фотографирование территорий СССР, ГДР и других социалистических стран, акваторий Мирового океана, а также атмосферных явлений стационарной фотокамерой МКФ-6М, разработанной специалистами СССР и ГДР.

В эксперименте «Биосфера» космонавты проводили визуально-инструментальные наблюдения природных ландшафтов, пылевых и дымовых образований, исходящих от промышленных центров, а также океанических областей подъема воды и наиболее интересных метеорологических

явлений. Эксперимент проводился на освещенных участках трассы по указаниям, передаваемым специалистами из Центра управления полетом. Для визуальных наблюдений использовался бортовой бинокль. Наиболее интересные сюжеты фотографировались фотоаппаратом «Пентакон-6» (ГДР). Результаты наблюдений заносились в бортовой журнал и зарисовывались. Эти материалы позволят выработать рекомендации для совершенствования будущих систем дистанционного зондирования земных объектов. Материалы экспериментов переданы специалистам ГДР для обработки и дальнейшего анализа.

«Прогноз-7»

Цель запуска автоматической станции «Прогноз-7» — изучение солнечной активности и ее влияние на межпланетную среду и околоземное космическое пространство.

«Прогноз-7» продолжил исследования, начатые в 1972 г. на станции «Прогноз». Как и на шести предыдущих станциях этого типа научная аппаратура на «Прогнозе-7» предназначена для исследований корпускулярного и электромагнитного излучений Солнца, потоков солнечной плазмы, а также магнитных полей в околоземном пространстве с целью раскрытия механизма солнечно-земных связей. Кроме того, на этой станции установлены приборы для исследования ультрафиолетовых, рентгеновских и гамма-лучей.

Бо́льшая часть научной аппаратуры «Прогноз-7» разработана и изготовлена в Советском Союзе, но были и приборы, созданные в ВНР, СССР, ЧССР, Франции и Швеции по программам международного сотрудничества в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. Специалисты ВНР, СССР и ЧССР разработали комплекс приборов «Плазмаг» для исследования распределения потоков ионов в составе солнечного ветра по энергии в диапазоне 100 эв — 20 кэв и по направлениям.

Специалисты из Астрономического института АН ЧССР разработали для станции «Прогноз-7» фотометр для изучения рентгеновского излучения Солнца в период вспышек, работающий в диапазоне энергии 2—100 кэв.

Шведские ученые из Геофизического института в Кируне совместно со специалистами Института космических исследований (ИКИ) АН СССР создали масс-анализатор для изучения частиц высокой энергии в плазме магнитосферы Земли. Французские ученые из Центра по изучению космических

лучей в Тулузе совместно с советскими коллегами из ИКИ АН СССР изготовили для «Прогноза-7» прибор «Снег-2МП» для исследований рентгеновского и гамма-излучений в диапазоне энергий 20 кэв — 3 Мэв. Другой прибор, «ЖЕМО-С2», который создали специалисты ИКИ АН СССР и Центра ядерных исследований в Саклэ, предназначен для изучения корпускулярного излучения Солнца и частиц высокой энергии в верхней атмосфере и магнитосфере Земли, в частности, для регистрации электронов с энергией в диапазоне 0,3—20 Мэв, протонов (2—500 Мэв) и α-частиц (30—75 Мэв). Приборы «Снег-2МП» и «ЖЕМО-С2» уже устанавливались на автоматической станции «Прогноз-6», запущенной 22 сентября 1977 г., и дали интересные результаты, свидетельствующие о существовании двух этапов ускорения частиц.

Еще один прибор «Галактика» для станции «Прогноз-7» изготовили специалисты Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и Лаборатории космической астрономии в Марселе. Он предназначен для регистрации ультрафиолетового излучения в диапазоне длин волн 120—350 нм. Этот прибор также устанавливался на станции «Прогноз-6» и позволил получить данные о свечении фона в диапазоне 1200—3000 Å в области Млечного Пути и близлежащих областей неба. Зафиксировано более четырех тысяч спектров далекой ультрафиолетовой области, отдельных звезд и звездных скоплений. Этот прибор дал также возможность собрать обширные данные о распределении свечения линии H_α в геокороне — большом и чрезвычайно разреженном водородном облаке, окутывающем Землю до расстояния ста и более тысяч километров — почти на одну треть расстояния от Земли до Луны. Получены также сведения о распределении электронной плотности в геокороне и предварительные данные о реликтовом излучении в Метагалактике. В эксперименте на «Прогнозе-7» советские и французские ученые надеются получить новые, важные для науки данные о физическом состоянии геокороны, плотности водородных атомов и свободных электронов в окрестностях Земли.

Искусственный спутник Земли «Интеркосмос-18»

Научные задачи комплексного эксперимента на спутнике «Интеркосмос-18» являются составной частью программы «Международные исследования магнитосферы» (1976—

1978 гг.), в выполнении которой участвуют специалисты около 50 стран. Ее цель — скоординировать наземные, аэростатные, ракетные и спутниковые наблюдения в различных районах земного шара. С помощью аппаратуры, созданной специалистами ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР, на борту спутника выполняются исследования магнитных полей токов, текущих из магнитосферы в ионосферу вдоль геомагнитных силовых линий, электрических полей, переносимых предельными токами, магнитных полей полярных электроструй, изменений электронной концентрации и температуры полярной ионосферы под действием потоков частиц, а также изучение характеристик распространения и взаимодействия низкочастотных электромагнитных волн естественного происхождения и искусственных низкочастотных сигналов от наземных радиостанций.

Советские и румынские специалисты разработали высокочувствительный магнитометр для измерения электрических токов, текущих вдоль силовых линий магнитного поля Земли. Ученые ГДР разработали для спутника цилиндрический и сферический зонды Ленгмюра для измерения плотности и температуры электронов, а также плоскую ионную ловушку для измерения параметров ионосферной плазмы.

Чехословацкие специалисты создали прибор для определения температуры электронов в диапазоне 600—6000 °K, а также масс-спектрометр для измерения состава и распределения ионов в ионосфере.

Анализатор низких частот для измерения компонент электромагнитного поля в диапазоне частот 0,07—16 кГц разработали советские и чехословацкие специалисты. Советские ученые создали для спутника электростатический анализатор для измерения энергетического спектра и углового распределения электронов и протонов с энергиями в диапазоне 0,1—50 кэв, а также анализатор электрических параметров плазмы для измерения трех компонентов электрического поля в диапазоне частот 0—70 Гц.

На спутнике «Интеркосмос-18» установлена также единая телеметрическая система (ЕТМС), созданная специалистами ВНР, ГДР, ПНР, СССР и ЧССР, которая обеспечивает передачу научной информации непосредственно на наземные приемные станции стран-участниц эксперимента.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ В ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА С ПОМОЩЬЮ КОСМИ

(1978 г.)

№№ п/п	Название аппарата	Время запуска	Апогей, км	Перигей, км	Наклонение орбиты к плоскости экватора, градусы	Период обращения, мин
59	«Союз-27» Орбитальный научно-исследовательский комплекс «Союз-27» — «Салют-6» — «Союз-26»	10 января 1978 г.	302	257	51,6	89,9
60	«Союз-28» Орбитальный научно-исследовательский комплекс «Союз-28» — «Салют-6» — «Союз-27»	2 марта 1978 г.	309	269	51,6	90
61	«Союз-30» Орбитальный научно-исследовательский комплекс «Союз-30» — «Салют-6» — «Союз-29»	27 июня 1978 г.	310	264	51,6	90
62	«Союз-31» Орбитальный научно-исследовательский комплекс «Союз-31» — «Салют-6» — «Союз-29»	26 августа 1978 г.	326	271	51,6	90,2

*) Продолжение. Начало см. Астрономический календарь на 1979 г.

СКОГО ПРОСТРАНСТВА, ВЫПОЛНЕННЫЕ ПО ПРОГРАММАМ
ЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАКЕТ *)

Научные задачи	Страны, участвующие в эксперименте	Страны, участвующие в сопутствующих наблюдениях	Примечание
Изучение влияния факторов космического полета на развитие простейших биологических объектов	СССР, Франция	—	Проект «Цитос»
Стыковка корабля со станцией, выполнение медико-биологических и научно-технических экспериментов первым международным экипажем космонавтов СССР и ЧССР	СССР, ЧССР	—	3 марта 1978 г. осуществлена стыковка «Союза-28» с «Салютом-6» — «Союзом-27»; в течение семи суток осуществлялся полет в составе орбитального научно-исследовательского комплекса
Стыковка корабля со станцией, выполнение медико-биологических и научно-технических экспериментов вторым международным экипажем космонавтов СССР и ПНР	СССР, ПНР	—	28 июня 1978 г. осуществлена стыковка «Союза-30» с «Салютом-6» — «Союзом-29»; в течение семи суток осуществлялся полет в составе орбитального научно-исследовательского комплекса
Стыковка корабля со станцией, выполнение медико-биологических и научно-технических экспериментов третьим международным экипажем космонавтов СССР и ГДР	СССР, ГДР	—	27 августа 1978 г. осуществлена стыковка «Союза-31» с «Салютом-6» — «Союзом-29»; в течение девяти суток осуществлялся полет в составе орбитального научно-исследовательского комплекса

№№ п/п	Название аппарата	Время запуска	Апогей, км	Перигей, км	Наклонение орбиты к плоскости экватора, градусы	Период обращения, мин.
63	«Венера-11»	9 сентября 1978 г.	—	—	—	—
64	«Венера-12»	14 сентября 1978 г.	—	—	—	—
65	«Интеркосмос-18»	24 октября 1978 г.	768	407	83	96,4
66	«Магион»	14 ноября 1978 г.	768	407	83	96,4

Продолжение

Научные задачи	Страны, участвующие в эксперименте	Страны, участвующие в сопутствующих наблюдениях	Примечание
Исследование рассеянного ультрафиолетового излучения, рентгеновского и гамма-излучений в космическом полете	СССР, Франция	—	Проекты «Спектрометр в крайнем ультрафиолете», «Снег-2МЗ». 25 декабря 1978 г. спускаемый аппарат совершил мягкую посадку на поверхность Венеры
»	—	—	Проекты «Спектрометр в крайнем ультрафиолете», «Снег-2МЗ». 21 декабря 1978 г. спускаемый аппарат станции совершил мягкую посадку на поверхность Венеры
Проведение комплексных исследований взаимодействия магнитосферы и ионосферы Земли	ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР, ЧССР	—	Прием информации спутника «Интеркосмос-18» осуществлялся станциями НРБ, ГДР, СССР, ЧССР
Изучение пространственной структуры низкочастотных электромагнитных полей в околоземном космическом пространстве	СССР, ЧССР	—	От ИСЗ «Интеркосмос-18» осуществлено отделение чехословацкого малого научного спутника «Магион». Прием информации спутника «Магион» осуществлялся станциями СССР и ЧССР

№№ п/п	Название аппарата	Время запуска	Апогей, км	Перигей, км	Наклонение орбиты к плоскости экватора, градусы	Период обращения, мин.
67	«Вертикаль-7»	3 ноября 1978 г.	1500*)	—	—	—
68	«Прогноз-7»	30 октября 1978 г.	202 965	483	65	5888
69	Ракеты «М-100Б»	1973—1978 г.	100*)	—	—	—
70	Ракеты «Центавр» (Индия)	21 декабря 1978 г.	160*)	—	—	—

*) Для исследовательских работ указывается высота подъема.

Продолжение

Научные задачи	Страны, участвующие в эксперименте	Страны, участвующие в сопутствующих наблюдениях	Примечание
Комплексные исследования атмосферы и ионосферы Земли и взаимодействия коротковолнового излучения Солнца с атмосферой Земли	НРБ, ВНР, СРР, СССР, ЧССР	СССР	
Исследования корпускулярного и электромагнитного излучения Солнца, потоков солнечной плазмы и магнитных полей, галактического ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучений	СССР, ВНР, ЧССР, Швеция	—	Проекты «Плазмаг», «Снег-2М», «Жемо-С2», «Галактика»
Измерение параметров атмосферы средних широт южного полушария	СССР, Франция	—	Запуски осуществляются с о. Кергелен (Франция)
Исследование суточных измерений параметров нижней термосферы и ионосферы в районе геомагнитного экватора	СССР, Индия	—	Запуски осуществлялись с Международного полигона ТЕРЛС (Индия)

Чехословацкий спутник «Магион»

14 ноября 1978 года от ИСЗ «Интеркосмос-18» отделился чехословацкий малый научный спутник «Магион». Его масса около 15 кг. Целью автономного полета спутника «Магион», так же как и «Интеркосмоса-18», является проведение исследований пространственно-временной структуры низкочастотных полей в околоземном космическом пространстве путем измерения одних и тех же параметров в двух точках. Параметры орбиты спутника «Магион» близки к параметрам спутника «Интеркосмос-18». Таким образом, если приборы «Интеркосмоса-18» регистрируют какое-то явление, то через некоторое время его же фиксирует аппаратура «Магиона». А значит, появляется возможность проследить, как оно развивалось во времени и пространстве. Спутник «Магион» полностью разработан чехословацкими специалистами из Геофизического института АН ЧССР и Института техники связи им. Попова объединения «Тесла — Вуст». Системы энергопитания и терморегулирования созданы советскими специалистами. В состав научной аппаратуры «Магиона» входят приемники для измерения магнитной и электрической составляющих поля в диапазоне 0,04—16 кГц, прибор для измерения электрического поля в диапазоне частот 0,01—80 Гц, блок приборов для измерения резонансных свойств плазмы на частотах до 10 кГц и прибор для регистрации потока электронов с энергиями выше 30 кэв. Эти сведения передаются ежедневно. Как только спутники входят в зону видимости очередного наземного пункта, следует команда на включение передающей аппаратуры, и научная информация из двух точек поступает в распоряжение специалистов.

После отделения «Магиона» от «Интеркосмоса-18» спутники начали медленно расходиться. Научные измерения будут продолжаться до тех пор, пока спутники «Интеркосмос-18» и «Магион» не разойдутся примерно на тысячу километров.

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ И КОСМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ, ЗАПУЩЕННЫЕ В СССР В 1978 г.

(составлена по данным советских и зарубежных наблюдений)

К. А. Порцевский

№ п/п	Название объекта	Принятое обозначение	Дата запуска	Срок существования (сут.)	Дата прекращения существования	Наклон орбиты к экватору (в град.)	Период (мин.)	Высота перигея (км)	Высота апогея (км)
1	«Космос-974»	1978-01A	6 января	12,6	19 января	62,8	89,6	188	356
2	«Союз-27»	1978-03A	10 января	Стыковка с «Салют-6» 11 января 1978 г., приземление 16 марта 1978 г.					
3	«Космос-975»	1978-04A	10 января	60 лет		81,2	97,6	637	680
4	«Космос-976»	1978-05A		9000 лет					
5	«Космос-977»	1978-05B		7000 лет					
6	«Космос-978»	1978-05C		8000 лет					
7	«Космос-979»	1978-05D	10 января	9000 лет		74	115,3	1452	1520
8	«Космос-980»	1978-05E		10 000 лет					
9	«Космос-981»	1978-05F		10 000 лет					
10	«Космос-982»	1978-05G		10 000 лет					
11	«Космос-983»	1978-05H		1000 лет					
12	«Космос-984»	1978-06A	13 января	12,7	26 янв. 1978 г.	62,8	89,5	215	313
13	«Космос-985»	1978-07A	17 января	1200 лет		83	105	960	1032
14	«Прогресс-1»	1978-08A	20 января	Стыковка с «Салют-6» — «Союз-27» 22 января 1978 г., отстыкован 6 февраля, 8 февраля 1978 г. прекратил существование		51,6	88,8	194	262

Продолжение

№ п/п	Название объекта	Принятое обозначение	Дата запуска	Срок существования (сут.)	Дата прекращения существования	Наклон орбиты к экватору (в град.)	Период (мин.)	Высота перигея (км)	Высота апогея (км)
15	«Космос-986»	1978-10A	24 января			65	89,4	179	341
16	«Молния-3»	1978-9A	24 января	12 лет		62,8	736	661	40 631
17	«Космос-987»	1978-13A	31 января	13,6	14 фев. 1978 г.	62,8	89,6	183	359
18	«Космос-988»	1978-15A	8 февраля	11,8	20 фев. 1978 г.	72,8	89,9	210	363
19	«Космос-989»	1978-17A	14 февраля	13,8	28 фев. 1978 г.	65	89,5	178	354
20	«Космос-990»	1978-19A	17 февраля	120 лет		74	101	783	824
21	«Космос-991»	1978-22A	28 февраля	1200 лет		83	104,8	972	1 022
22	«Союз-28»	1978-23A	2 марта	Стыковка с «Салют-6» — «Союз-27» 3 марта 1978 г. приземление 10 марта 1978 г.,					
23	«Молния-1»	1978-24A	3 марта	12 лет		62,8	738	632	40 733
24	«Космос-992»	1978-25A	4 марта	12,9		71,4	89,8	210	346
25	«Космос-993»	1978-27A	10 марта	12,7	23 марта 1978 г.	72,9	89,7	182	368
26	«Космос-994»	1978-28A	15 марта	1200 лет		82,9	105	996	1 023
27	«Космос-995»	1978-30A	17 марта	12,8	30 марта 1978 г.	81,4	89,1	221	262
28	«Космос-996»	1978-31A	28 марта	1200 лет		82,9	104,8	970	1 021
29	«Космос-997»	1978-32A	30 марта	< 1	30 марта 1978 г.	51,6	—	200	230
30	«Космос-998»	1978-32B							
31	«Космос-999»	1978-33A	30 марта	12,9	12 апр. 1978 г.	71,4	89,8	180	376
32	«Космос-1000»	1978-34A	31 марта	1200 лет		83	104,9	978	1 024
33	«Космос-1001»	1978-36A	4 апреля	10,9	15 апр. 1978 г.	51,6	88,7	205	249
34	«Космос-1002»	1978-37A	6 апреля	12,8	19 апр. 1978 г.	65	89,4	209	305
35	«Космос-1003»	1978-40A	20 апреля	13,6	4 мая 1978 г.	62,8	89,6	185	349
36	«Космос-1004»	1978-43A	5 мая	12,6	18 мая 1978 г.	62,8	89,4	213	311
37	«Космос-1005»	1978-45A	12 мая	60 лет		81,2	97,6	626	672

№ п/п	Название объекта	Принятое обозначение	Дата запуска	Срок существования (сут.)	Дата прекращения существования	Наклон орбиты к экватору (в град.)	Период (мин.)	Высота перигея (км)	Высота апогея (км)
38	«Космос-1006»	1978-46A	12 мая	15 месяцев		65,8	92,5	383	417
39	«Космос-1007»	1978-48A	16 мая	12,7	29 мая 1978 г.	72,9	89,8	180	384
40	«Космос-1008»	1978-49A	17 мая	10 лет		74	95,1	501	551
41	«Космос-1009»	1978-50A	19 мая	< 1	19 мая 1978 г.	66	109	971	1 378
42	«Космос-1010»	1978-52A	23 мая	12,9	5 июня 1978 г.	81,4	89	218	257
43	«Космос-1011»	1978-53A	23 мая	1200 лет		82,9	104,9	978	1 026
44	«Космос-1012»	1978-54A	25 мая	12,6	7 июня 1978 г.	62,8	89,2	214	280
45	«Молния-1»	1978-55A	2 июня	12 лет		62,5	736	457	40 837
46	«Космос-1013»	1978-56A	8 июня	10 000 лет		74	115,6	1456	1 539
47	«Космос-1014»	1978-56B		10 000 лет					
48	«Космос-1015»	1978-56C		10 000 лет					
49	«Космос-1016»	1978-56D		10 000 лет					
50	«Космос-1017»	1978-56E		9000 лет					
51	«Космос-1018»	1978-56F		9000 лет					
52	«Космос-1019»	1978-56G		8000 лет					
53	«Космос-1020»	1978-56H		8000 лет					
54	«Космос-1021»	1978-57A	10 июня	12,8	23 июня	65	89,4	180	336
55	«Космос-1022»	1978-59A	12 июня	12,7	25 июня	72,9	89,7	182	374
56	«Союз-29»	1978-61A	15 июня	Стыковка с «Салют-6» 17 июня 1978 г., приземление 3 сентября 1978 г.		51,6	90	270	314
57	«Космос-1023»	1978-63A	21 июня	120 лет		74,1	100,8	784	822
58	«Союз-30»	1978-65A	27 июня	Стыковка с «Салют-6» 28 июня 1978 г., приземление 5 июля 1978 г.					

Продолжение

№ п/п	Название объекта	Принятое обозначение	Дата запуска	Срок существования (сут.)	Дата прекращения существования	Наклон орбиты к экватору (в град.)	Период (мин.)	Высота перигея (км)	Высота апогея (км)
59	«Космос-1024»	1978-66А	28 июня	12 лет		62,8	726	630	40 000
60	«Космос-1025»	1978-67А	28 июня	60 лет		82,5	97,8	649	680
61	«Прогресс-2»	1978-70А	7 июля	Стыковка с «Салют-6»—«Союз-29» 9 июля 1978 г., отстыкован 2 августа 1978 г., прекратил существование 3 августа		51,6	88,7	193	262
62	«Молния-1»	1978-72А	14 июля	12 лет		62,8	737	650	40 660
63	«Радуга»	1978-73А	19 июля	миллион лет		0,5	1478		36 590
64	«Космос-1027»	1978-74А	27 июля	1200 лет		82,9	104,8	979	1 015
65	«Космос-1028»	1978-76А	5 августа	29,5	4 сентября	67,1	88,7	182	272
66	«Прогресс-3»	1978-77А	8 августа	Стыковка с «Салют-6»—«Союз-29», отстыкован 21 августа 1978 г.		51,6	88,7	195	249
67	«Молния-1»	1978-80А	23 августа	12 лет		62,8	736	480	40 788
68	«Союз-31»	1978-81А	26 августа	Стыковка с «Салют-6»—«Союз-29» 27 августа 1978 г., приземление 2 ноября 1978 г.					
69	«Космос-1029»	1978-82А	29 августа	10	8 сентября	62,8	89,6	186	353
70	«Космос-1030»	1978-83А	6 сентября	12 лет		62,8	726	650	40 100
71	«Венера-11»	1978-84А	9 сентября	Спускаемый аппарат совершил посадку на Венеру 25 декабря 1978 г.					
72	«Космос-1031»	1978-85А	9 сентября	12,6	22 сент. 1978 г.	62,8	89,6	191	351
73	«Венера-12»»	1978-86А	14 сентября	Спускаемый аппарат совершил посадку на Венеру 21 декабря 1978 г.					

Продолжение

№ п/п	Название объекта	Принятое обозначение	Дата запуска	Срок существования (сут.)	Дата прекращения существования	Наклон орбиты к экватору (в град.)	Период (мин.)	Высота перигея (км)	Высота апогея (км)
74	«Космос-1032»	1978-88A	19 сентября	12,9	2 окт. 1978 г.	81,4	88,9	218	249
75	«Космос-1033»	1978-89A	3 октября	12,8	16 окт. 1978 г.	81,4	89,1	223	268
76	«Прогресс-4»	1978-90A	4 октября	Стыковка с «Салют-6» — «Союз-31» 6 октября, отстыкован 24 октября 1978 г.		51,7	88,8	191	266
77	«Космос-1034»	1978-91A	4 октября	8000 лет		74	115,8	1458	1 536
78	«Космос-1035»	1978-91B		7000 лет					
79	«Космос-1036»	1978-91C		9000 лет					
80	«Космос-1037»	1978-91D		9000 лет					
81	«Космос-1038»	1978-91E		10 000 лет					
82	«Космос-1039»	1978-91F		10 000 лет					
83	«Космос-1040»	1978-91G		10 000 лет					
84	«Космос-1041»	1978-91H		10 000 лет					
85	«Космос-1042»	1978-92A	6 октября	12,6	19 окт. 1978 г.	62,8	89,3	187	326
86	«Космос-1043»	1978-94A	10 октября	60 лет		81,1	97,3	625	650
87	«Молния-3»	1978-95A	13 октября	12 лет		62,8	736	467	40 825
88	«Космос-1044»	1978-97A	17 октября	12,6	30 окт. 1978 г.	62,8	89,5	211	315
89	«Интеркосмос-18»	1978-99A	24 октября	6 лет		83	96,4	407	768
90	«Космос-1045»	1978-100A	26 октября	15 000 лет		82,6	120,4	1688	1 724
91	«Радио-1»	1978-100B							
92	«Радио-2»	1978-100C							
93	«Прогноз-7»	1978-101A	30 октября	10 лет		65	5888	483	202 965
94	«Космос-1046»	1978-102A	1 ноября	11,8	13 нояб. 1978 г.	72,9	89,9	212	353
95	«Космос-1047»	1978-104A	15 ноября	12,8	28 нояб. 1978 г.	72,9	89,8	182	378

Продолжение

№ п/п	Название объекта	Принятое обозначение	Дата запуска	Срок существования (сут.)	Дата прекращения существования	Наклон орбиты к экватору (в град.)	Период (мин.)	Высота перигея (км)	Высота апогея (км)
96	«Космос-1048»	1978-105А	17 ноября	120 лет		74	101	788	824
97	«Космос-1049»	1978-107А	21 ноября	12,8	4 дек. 1978 г.	72,9	89,7	183	375
98	«Космос-1050»	1978-	28 ноября	13,6	12 дек. 1978 г.	62,8	89,8	258	298
99	«Космос-1051»	1978-		7000 лет					
100	«Космос-1052»	1978-		8000 лет					
101	«Космос-1053»	1978-		9000 лет					
102	«Космос-1054»	1978-	5 декабря	10000 лет		74	115,5	1 451	1 530
103	«Космос-1055»	1978-		10000 лет					
104	«Космос-1056»	1978-		9000 лет					
105	«Космос-1057»	1978-		10000 лет					
106	«Космос-1058»	1978-		12,6					
107	«Космос-1059»	1978-	7 декабря	12,8	20 дек. 1978 г.	62,8	89,7	188	360
108	«Космос-1060»	1978-	8 декабря	12,6	21 дек. 1978 г.	65	89,5	209	311
109	«Космос-1061»	1978-	14 декабря	9 лет	27 дек. 1978 г.	62,8	89,6	211	333
110	«Космос-1062»	1978-	15 декабря	60 лет		74	95,1	508	548
111	«Космос-1063»	1978-	19 декабря	миллион лет		81,2	97,4	632	661
112	«Горизонт»	1978-	19 декабря	8 лет		11,3	1420	22 581	48 365
113	«Космос-1064»	1978-	20 декабря	8 месяцев		83	98,7	435	991
114	«Космос-1065»	1978-	23 декабря	500 лет		50,7	93,4	346	556
115	«Космос-1066»	1978-	23 декабря	3000 лет		81,2	102,2	846	908
116	«Космос-1067»	1978-	26 декабря	12,6		83	109,2	1 184	1 226
117	«Космос-1068»	1978-	26 декабря	12,6	8 янв. 1979 г.	62,8	90,2	187	408
118	«Космос-1069»	1978-	28 декабря			62,8	89,8	244	290

ИЗГОТОВЛЕНИЕ САМОДЕЛЬНОГО ТЕЛЕСКОПА-РЕФЛЕКТОРА

А. Н. Подъяпольский, М. М. Шемякин, Г. В. Шуваев

Многие любители астрономии хотели бы иметь в своем распоряжении телескоп, дающий достаточно большое увеличение. И, практически, каждый любитель может построить такой телескоп при наличии некоторого минимума материалов и оборудования, которое также может быть изготовлено самим любителем.

Пионером любительского телескопостроения в России был журналист, художник и путешественник А. А. Чикин. Он написал первое руководство по постройке самодельного телескопа-рефлектора [1]. Ему также принадлежит идея создания передвижной народной обсерватории.

Продолжателем его дела в нашей стране явился астроном-любитель профессор биологии М. С. Навашин. Им написана книга «Телескоп астронома-любителя», переиздававшаяся несколько раз [2], и инструкция к постройке самодельного телескопа-рефлектора [3]. Кроме этих книг, вышли из печати три сборника по вопросам любительского телескопостроения под редакцией М. С. Навашина и М. М. Шемякина [4, 5, 6] и ряд других брошюр и статей. Спрос на литературу по любительскому телескопостроению в нашей стране очень велик и все перечисленные издания быстро разошлись, а некоторые из них стали библиографической редкостью. Настоящая статья написана с целью удовлетворить запросы любителей астрономии, членов астрономических кружков школ, Дворцов пионеров, станций юных техников и т. д., желающих своими руками построить телескоп. В ней, помимо основных сведений по этому вопросу, обобщен опыт последних лет в практике любительского телескопостроения и описаны некоторые новые методы и

технологические приемы работы, которые упрощают и ускоряют процесс постройки телескопа и улучшают его качества.

Как известно, телескопы делятся на рефракторы и рефлекторы. В первых объективом служит пара линз из разных сортов стекла, имеющих четыре сферические поверхности совершенно определенной кривизны (рис. 1 вверху). Изготовление такого объектива любительскими средствами практически невозможно. Любитель, конечно, может собрать рефрактор из готовых линз (начиная с очковых стекол), но такой телескоп в большинстве случаев дает небольшие увеличения, так как достать линзы большого диаметра, а тем более готовый объектив хорошего качества очень трудно.

Телескоп-рефлектор системы Ньютона (рис. 1 внизу) наиболее доступен для изготовления его любителем. Объективом в нем служит вогнутое сферическое или параболическое зеркало *Об*. Конус лучей, отраженных от главного зеркала, перехватывается плоским диагональным зеркалом *З* и направляется вбок под углом 90° к главной оптической оси объектива. В вершине конуса лучей (в фокусе главного зеркала) получается изображение наблюдаемого объекта, которое рассматривается в окуляр *Ок*, служащий для увеличения изображения. Как известно из геометрической оптики, только вогнутая параболоидальная поверхность может собрать в одну точку параллельный пучок лучей. Сферическое зеркало этого сделать не может. Если вдоль главной оптической оси вогнутого сферического зеркала направить пучок параллельных лучей, то лучи, отраженные от внешних зон зеркала, соберутся ближе лучей, отраженных его центральным зонами. Это явление называется сферической аберрацией. Параболоидальное зеркало сферической аберрации не дает. Однако при определенном минимальном отношении фокусного расстояния зеркала к его диаметру (это отношение называется относительным фокусом и обозначается знаком $\forall$) параболоидальную поверхность зеркала можно заменить сферической без вреда для качества изображения. Сферическую же поверхность изготовить и проверить гораздо легче, чем параболоидальную. Для сферических зеркал диаметром 100, 120 и 150 мм относительный фокус $\left(\forall = \frac{F}{D}\right)$ соответственно не должен быть меньше 7,1; 7,5 и 8,1. Практически допустимое фокусное расстояние главного зеркала не должно быть меньше 710, 900 и 1 200 мм.

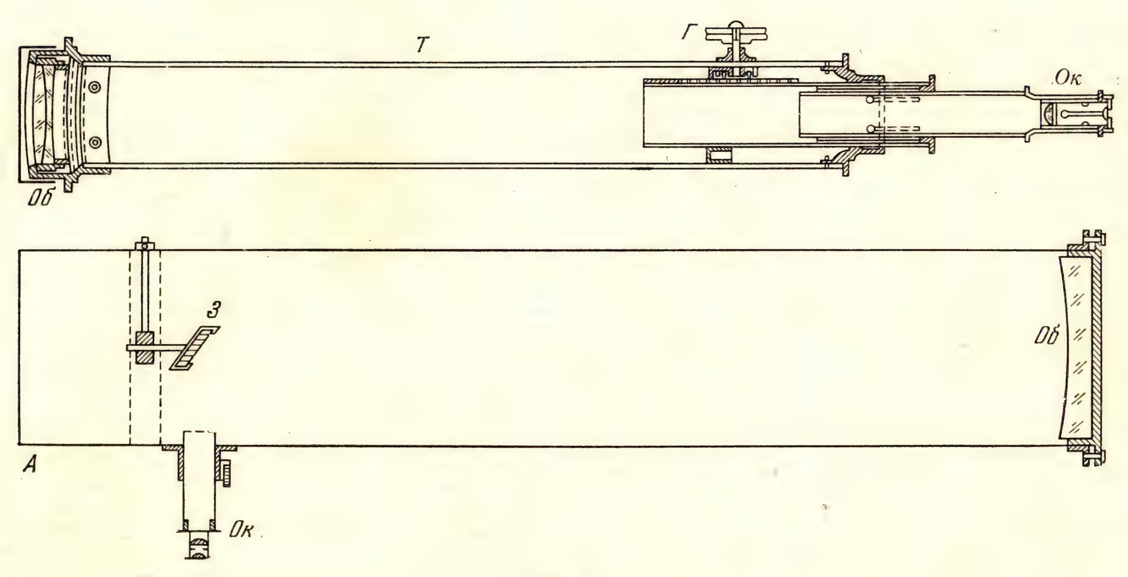


Рис. 1.

Фокусное расстояние зеркала зависит от его кривизны, которая определяется радиусом кривизны R. Радиус кривизны равен удвоенному фокусному расстоянию: $R = 2F$.

Увеличение W телескопа зависит от отношения фокусного расстояния F главного зеркала к фокусному расстоянию f окуляра:

$$W = \frac{F}{f}.$$

1. Стеклянные диски-заготовки для изготовления главного вогнутого зеркала (объектива) телескопа-рефлектора. Абразивы

Отражающую поверхность главного зеркала приходится обрабатывать с очень высокой точностью: она не должна отклоняться от заданной более чем на 0,07 мкм (0,000 07 мм). Чтобы эта поверхность не изменяла своей формы даже в самых малых пределах (деформация будет портить изображение), зеркало должно обладать достаточной жесткостью, для чего при данном диаметре оно должно иметь некоторую минимальную толщину. Ниже указана минимальная толщина стекла для изготовления зеркал диаметром от 100 до 150 мм.

Диаметр зеркала в мм	100	120	150
Минимальная толщина зеркала в мм	8	12	19

Начинающий любитель может ограничиться диаметром зеркала 100—125 мм. Телескоп с таким зеркалом (конечно, если оно хорошо выполнено) будет давать увеличения до 150 раз и даже более, а при таких увеличениях можно увидеть много подробностей на поверхности Луны, кольца Сатурна, детали на поверхности Юпитера и многое другое. Школьный рефрактор, имеющийся в продаже, дает увеличения только до 80 раз.

Для изготовления главного зеркала пригодно обычное толстое стекло, зеркальное, витринное, настольное (но не оргстекло!). Оно должно быть достаточно хорошо отожженным, так как натяжения, имеющиеся в плохо отожженном стекле, вызывают коробление (деформацию) при изменении температуры. Хорошим материалом служит иллюминаторное стекло, из которого изготовляют иллюминаторы — окна на кораблях. Их диаметр — до 300 мм и более при толщине до 30 мм. Можно также использовать в качестве заготовок

для зеркал плоско-выпуклые конденсорные линзы для фотоувеличителей, обрабатывая их плоскую поверхность для изготовления зеркала.

Поскольку в продаже стеклянных дисков для изготовления астрономических зеркал, к сожалению, нет, мы расскажем, как их вырезать из толстого стекла.

Прежде всего нужно изготовить трубчатое сверло. Для этого можно использовать отрезок металлической трубы нужного диаметра длиной 40—50 мм (лучше из твердого металла, так как мягкий будет быстрее срабатываться). Трубу можно согнуть из полосы листового металла, прикрепив ее по верхнему краю гвоздями или шурупами к деревянному кружку соответствующего диаметра, как показано на рис. 2. Толщина стенок трубы не меньше 0,5, но не больше

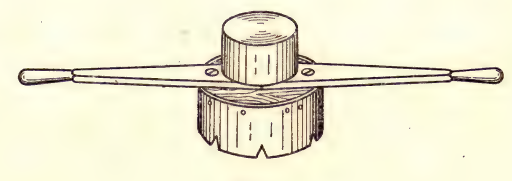


Рис. 2.

2 мм. В качестве заготовки для трубчатого сверла можно использовать корпус старого будильника, алюминиевую кастрюлю (без завальцовки края) и т. д.

По нижнему краю сверла делается несколько вырезов углом, а в верхней его части прикрепляется груз в 1—1,5 кг, чтобы вырезка шла быстрее. К верхней части сверла крепятся ручки, за которые сверло будет вращаться во время работы. Ручки обеспечивают вращение сверла в одном направлении одной рукой или вращение двумя руками, по часовой стрелке и против нее попеременно. (Первый вариант применяется, когда ось сверла имеет фиксированное положение, т. е. для станочка, а второй — для работы без станочка). На стекло нужно наложить кусок фанеры с вырезанным в нем отверстием по диаметру сверла или просто три брусочка (приклеить, прижать), которые в начале работы не дадут сверлу соскальзывать со стекла.

Простейший станочек для вырезки стеклянных дисков состоит из массивного деревянного основания и рамы в виде буквы «П» (рис. 3). Ось сверла проходит через верхнюю планку рамы или через прикрепленные к ней подшип-

ники. К верхнему концу оси крепится ручка. Можно сделать и механический привод.

Некоторые любители применяют для вырезки дисков-заготовок ручные дрели и сверлильные станки. При этом скорость вращения шпинделя не должна превышать 250—300 об/мин. Во время работы дрель должна быть надежно закреплена, чтобы исключить ее качание.

Вырезка дисков производится так. Вращая трубчатое сверло и подмазывая под его нижний край кашицу из порошка наждака (или другого шлифовального порошка,

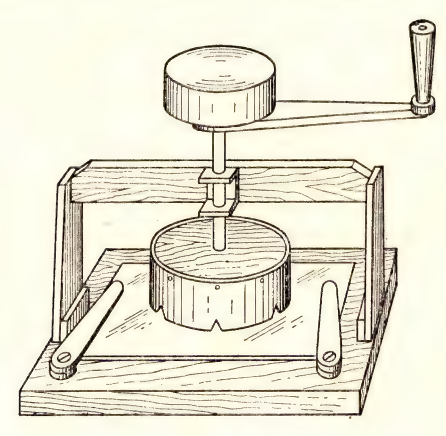


Рис. 3.

например, карборунда) с водой, мы сначала получим на стекле кольцевую канавку, которая будет постепенно углубляться. Когда стекло прорежется на такую глубину, что до конца сверловки останется 1,5—2 мм, хорошо его перевернуть и закончить вырезку с оборотной стороны, чтобы не образовалось заколов на краю диска. Разумеется, стекло под сверло надо положить так, чтобы обе прорези совпали, наложив на нее, как и в начале работы, трафарет. Заканчивая вырезку, надо вращать сверло медленно, без нажима, сняв со сверла груз, если он имеется. «Поясок», который образуется на месте стыка двух прорезей, нужно сошлифовать на мелком точильном камне. Для вырезки дисков лучше всего применять абразивный порошок № 10—12.

Для шлифовки зеркала нужны абразивы (шлифовальные порошки) следующих номеров: № 12, № 4, М-28 (15-минутник), М-20 (30-минутник) и М-14 (60-минутник). Еще лучше

заканчивать шлифовку 120-минутником (М-10), но можно переходить к полировке и после М-14.

Во многих вышедших ранее статьях и книгах по телескопостроению использованы прежние обозначения номеров абразива, например, № 100, № 280 и т. д. Поэтому приводим таблицу новых обозначений по ГОСТ и старых.

ГОСТ	№ 12	№ 10	№ 4	М-28	М-20	М-14	М-10
Старые обозначения	№ 100	№ 120	№ 280	15-ти	30-ти	60-ти минутники	120-ти

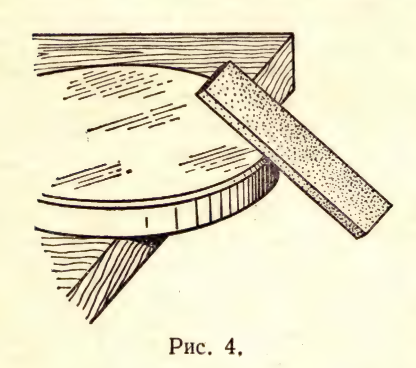
Нужных шлифовальных порошков в продаже пока нет, поэтому многие любители готовят их сами. Вот, например, какой способ применял опытный любитель из Ростова-на-Дону А. А. Михеев. Крупные куски абразивного круга (точильного камня) он дробил сначала на более мелкие, размером в 1—1,5 см, а затем эти мелкие куски раздавливал между двумя массивными стальными дисками толщиной 4—5 мм. Можно эти куски раздавливать тяжелым металлическим валиком или толочь в ступе. Полученный таким способом абразив сортируется просеиванием через мелкие сита. Можно отделять абразивный порошок от шлифовальной шкурки (неводостойкой), размачивая ее в кипятке. Остатки размокшей бумаги нужно удалить, а осевший на дне сосуда абразив промыть от остатков клея.

Минутники получаются длительным отмучиванием абразивного порошка в воде. Очень хорошим сырьем служит отработанный, стертый в процессе грубой шлифовки абразив. Его следует собрать в отдельный сосуд, залив сверху водой, чтобы он не высыхал. Отмучивание производится следующим образом. Чтобы получить, например, 15-минутник, нужно переложить абразив в высокую банку и залить ее доверху водой. Размешав тщательно палочкой, дать массе отстояться в течение 15 минут, затем осторожно слить (лучше сцедить сифоном) жидкость в другой сосуд (не трогая осадка, выпавшего на дно первого сосуда). Дав этой жидкости во втором сосуде отстояться в течение достаточно долгого времени, мы и получим 15-минутник, который выпадет на дно сосуда в виде тонкого порошка. Для более полного извлечения данной фракции из отработанного абразива отмучивание в первом сосуде стоит повторить

несколько раз (не менее 3—5 раз). Сохранять минутники нужно в закрытых баночках в сыром виде (поверх порошка должен быть небольшой слой воды), чтобы не образовались твердые комочки.

2. Шлифовка главного зеркала телескопа

Шлифовка и полировка главного зеркала телескопа являются самыми ответственными операциями при изготовлении телескопа. Классический способ шлифовки зеркала при помощи двух дисков, один из которых (нижний) является шлифовальником, а другой (верхний) — будущим зеркалом, описан А. А. Чикиным [1] и М. С. Навашиным [2, 3]. В современной любительской практике этот способ вытесняется более быстрым — шлифовкой кольцом и специальным шлифовальником. Опишем сначала первый способ.


Рис. 4.

Имея два диска-заготовки, можно приступить к изготовлению главного зеркала телескопа. На обоих краях каждого из дисков делается фаска под углом 45°, шириной 1,5—2 мм. Для этого положим диск на край стола и, медленно поворачивая его, будем постепенно сошлифовывать фаску очень мелким оселком, обильно смоченным водой (рис. 4). Еще лучше снимать фаску толстой металлической пластинкой, намазывая на нее кашицу из абразивного порошка с водой, так как оселок может дать мелкие заколы на стекле. Фаски не только придают аккуратный вид дискам, но — и это очень важно — предохраняют края дисков от скалывания во время шлифовки. Фаску удобно снимать на описанном ниже станочке для шлифовки и полировки зеркала.

Прежде чем приступить к шлифовке, нужно изготовить такой станочек. Основание *1* станочка (рис. 5) сделано из толстой доски и должно быть достаточно массивным и устойчивым. В центре основания просверливается сквозное отверстие по диаметру оси вращающегося столика. Столик *2* (круглый, шести- или восьмиугольный) также сделан из

доски или фанеры толщиной не менее 15—20 мм. В центре его снизу (не насквозь) наглухо ввернута на резьбе или, в крайнем случае, вбита, ось *3* толщиной около 8 мм такой длины, чтобы она входила в отверстие в основании во всю его толщину. Столик лежит на трех стальных шариках *4* диаметром 10—15 мм, утопленных наполовину в ямки,

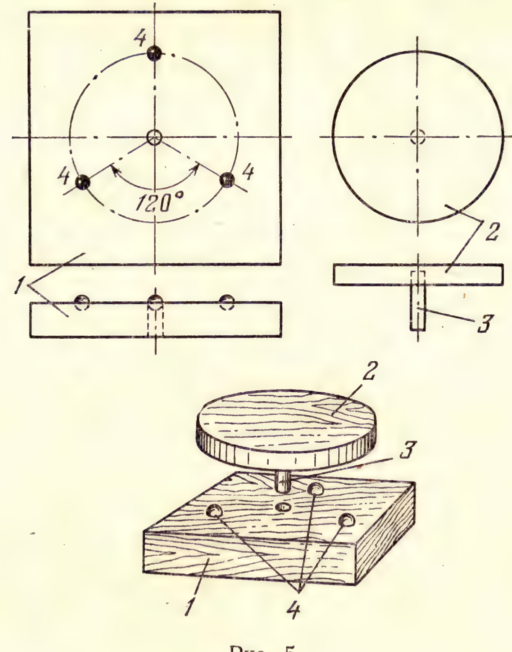


Рис. 5.

высверленные в основании. Шарики расположены на расстоянии 120° друг от друга и возможно ближе к краю столика (для устойчивости). Деревянные части станочка нужно пропитать олифой, парафином или другим водостойким составом. Ось и шарики смазать густой смазкой, например, тавотом.

Очень удобно ввернуть в боковой (вертикальный) край столика, на расстоянии 120° друг от друга, три винтика, на которые надеть три маленьких подшипника *5*. Столик будет устойчиво катиться на этих подшипниках (рис. 6).

К верхней поверхности вращающегося столика *1* (рис. 7) прикреплены три резиновых или пробковых кружка *2*, на

которых будет лежать шлифовальник *3* — один из двух стеклянных дисков. Эти кружки располагаются возможно ближе к краю шлифовальника, на взаимном расстоянии 120°. По окружности шлифовальник укреплен с помощью четырех отрезков толстостенной резиновой трубки, надетых на шурупы *4*. Высота их должна быть на 2—3 мм ниже уровня верхней поверхности шлифовальника, лежащего на трех пробковых кружках, чтобы зеркало при шлифовке не задевало за головки шурупов. Резина слегка сжимает шлифовальник с боков, его можно вынимать для промывки и снова вставлять на место.

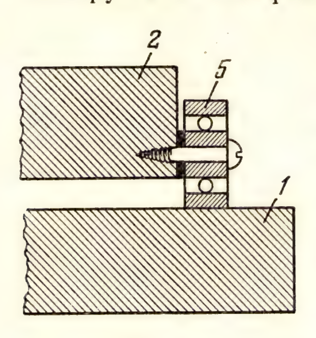


Рис. 6.

Чтобы в процессе работы отработанный абразив не разбрасывался по сторонам и не засорял рабочее место, полезно сделать следующее приспособление: на кольцо *1* (рис. 8), согнутое из полоски металла или толстой проволоки, наклеивают или пришивают по краю круг *4*, вырезанный из полиэтиленовой пленки. Кольцо *1* прикрепляют к столику *2* станочка. Уровень кольца должен быть ниже

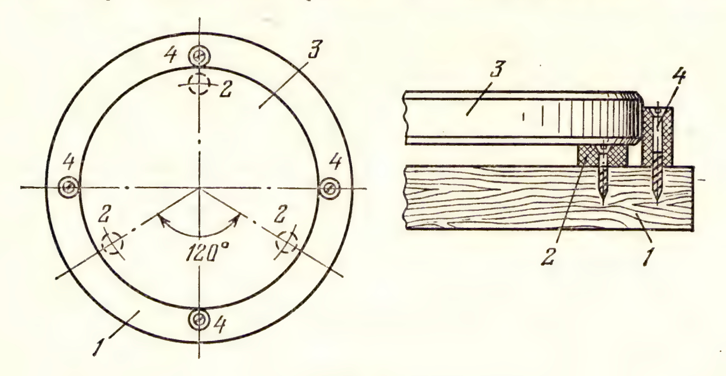


Рис. 7.

уровня шлифовальника *3*, а пленка *4* должна иметь довольно значительный провес, чтобы после установки (поверх пленки *1*) шлифовальника на его место на столике она образовала вокруг шлифовальника желоб, в котором будет скапливаться отработанный абразив. Кольцо с пленкой должно крепиться так, чтобы его можно было легко сни-

мать для промывки. Такое приспособление следует применять также и при шлифовке кольцом и при полировке.

Укрепив на станочке шлифовальник, можно начинать шлифовку. При помощи кисточки поверхность шлифовальника покрывается ровным слоем кашицы абразива № 12 с водой. Положив на шлифовальник второй диск (будущее зеркало), будем двигать его вперед и назад, сдвигая от центра на себя и от себя на 1/3 — 1/4 его радиуса и равномерно понемногу поворачивая его, например, против часовой стрелки, а столик с шлифовальником — в противоположном направлении. Все движения должны слиться в определенном ритме, чтобы шлифовка шла равномерно по всем направлениям. В ходе этой работы края нижнего диска и средняя часть верхнего сошлифовываются быстрее (здесь играет роль и вес стекла, и нажим руки), верхний диск будет становиться все более вогнутым, а нижний — выпуклым.

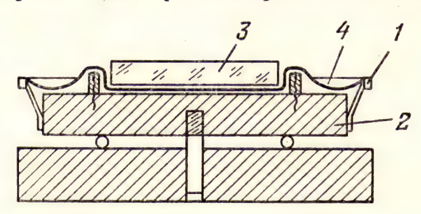


Рис. 8.

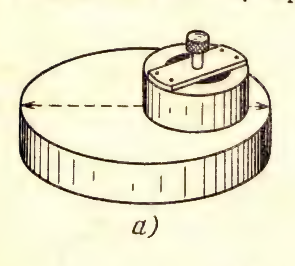
Так как только две сферы с одинаковым радиусом могут соприкасаться в движении во всех точках, то поверхности зеркала и шлифовальника автоматически будут приближаться к точной сфере. Работа идет довольно медленно, но через некоторое время углубление в зеркале станет заметным и можно измерить его глубину. Лучше всего это сделать так. Плоскогубцами нужно наломать узкие полоски из лезвия безопасной бритвы и положить несколько таких полосок стопочкой в центре зеркала (лезвия обычно имеют толщину 0,1 или 0,08 мм). Затем на края зеркала следует положить ребром точную линейку (лучше металлическую). Стопочка обломков лезвия должна лежать плотно, но линейка не должна на ней качаться. По числу полосочек, помещающихся между центром зеркала и линейкой, определяют стрелку кривизны, т. е. глубину сферической поверхности зеркала. Величина ее должна быть вычислена по формуле

$$x = \frac{y^2}{4F},$$

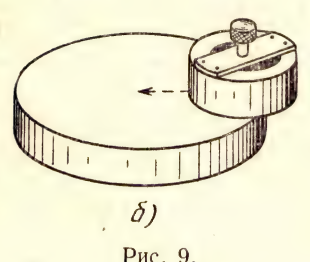
где x — стрелка кривизны, y — радиус зеркала, а F — выбранное нами фокусное расстояние (пример: диаметр

зеркала 120 мм, фокусное расстояние 1200 мм; тогда $x = \frac{60^2}{4800} = 0{,}75$ мм).

Чтобы ускорить процесс грубой шлифовки, в современной любительской практике применяется следующий способ. Возьмем металлическое кольцо (например, отрезок толстостенной трубы), по диаметру примерно равное половине диаметра зеркала. Для удобства к верхней части кольца полезно прикрепить ручку, как указано на рис. 9, *а*). Положим будущее зеркало на место шлифовальника и начнем шлифовать его кольцом, подмазывая кашицу из абразивного порошка (№ 12) с водой (рис. 9, *а*)) и не выводя кольца за пределы края зеркала. Кольцо и столик станочка с зеркалом нужно все время поворачивать в противоположных направлениях, как и при шлифовке двух дисков — зеркала и шлифовальника.



а)



б)

Рис. 9.

Шлифовальник обрабатываем так, как показано на рис. 9, *б*), т. е. сошлифовывая его края, но не трогая середины. Штриховые линии на рисунке показывают пределы движения кольца при шлифовке. Таким образом, на зеркале будет подготовлено углубление, имеющее форму, близкую сферической, а на шлифовальнике — выпуклость. Обрабатывая шлифовальник, нужно стараться не «сорвать» край, т. е. не сделать резкого «завала» на его краю, который трудно исправить при дальнейшей пришлифовке дисков друг к другу. Это может случиться, если кольцо будет опрокидываться на краю диска при шлифовке.

Окончив шлифовку кольцом, положим шлифовальник выпуклой стороной кверху на его место на столике станочка, покроем слоем абразивной кашицы, положим сверху зеркало и будем шлифовать дальше, как и ранее. Поверхности дисков довольно быстро пришлифуются друг к другу, приближаясь по форме к сфере. Такая обработка экономит время, затраченное на шлифовку, и позволяет сохранить полностью толщину стекла зеркала, так как, вынимая

углубление кольцом, мы оставляем край зеркала нетронутым. Глубина выемки после обработки кольцом должна быть немного меньше заданной стрелки кривизны. Полная ее величина достигается при дальнейшей пришлифовке дисков.

Хорошие результаты дает применение специального, наиболее доступного в изготовлении для широкого круга любителей, шлифовальника, основание которого отлито из цемента с песком или цемента с алебастром. Основанием формы для отливки служит обработанный кольцом стеклянный диск *1* — будущее зеркало, положенный на горизонтальную поверхность углублением вверх (рис. 10).

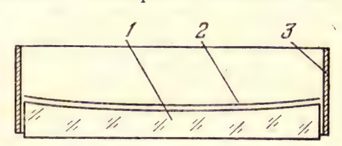
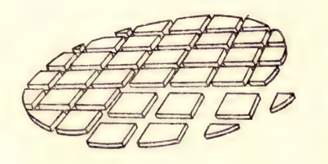


Рис. 10.

По краю диска делаем вертикальный картонный цилиндрический бортик *3*. На вогнутую поверхность стекла накладывается круг *2* из плотной тонкой бумаги, точно вырезанный по размеру диска. Бортик и бумажный круг нужно хорошо промаслить.

Для отливки берется смесь от одной части цемента на одну часть песка до одной части цемента на три части песка или смесь 30% алебастра с 70% цемента (предварительно перемешать в сухом виде). Раствор, по густоте похожий на жидкую сметану, готовят перед отливкой. Если цемент отсырел и в нем есть твердые комки — он не годится. Внутри отливки хорошо поместить «арматуру» — проволочную сетку, перекрещивающиеся щепки. Для зеркал диаметром 100—150 мм толщина шлифовальника 20—25 мм.


Рис. 11.

На отлитое таким образом основание наклеиваются достаточно твердой смолой или другим клеящим составом квадратики оргстекла толщиной 4—5 мм, обрезанные по краям шлифовальника по линии его окружности (рис. 11). Между квадратиками оставляют промежутки шириной 3—4 мм. Грубая шлифовка кольцом и шлифовальником производится в положении «зеркало внизу», а тонкую шлифовку и полировку можно производить в положении «зеркало вверху».

Применение описанного шлифовальника позволяет ограничиться одним стеклянным диском — будущим зеркалом.

Очень хорошие результаты дает замена квадратиков из оргстекла стеклянными, но вырезать квадратики из стекла, особенно обрезать их по форме круглого края шлифовальника, значительно труднее. На верхних краях стеклянных квадратиков необходимо сделать фаску во избежание заколов.

В процессе шлифовки абразив измельчается, стирается, и его неоднократно приходится подмазывать вновь. Отработанный абразив, как уже было сказано выше, нужно собирать, если нет готовых минутников, и перед нанесением новой порции абразива диски обмывать водой. Необходимо предупредить, что нельзя допускать высыхания отработанного абразива на зеркале и шлифовальнике, так как при этом диски могут присосаться друг к другу «намертво», и тогда разделить их удается с огромным трудом, а иной раз — вовсе не удается. По этой же причине нельзя допускать высыхания и при тонкой шлифовке мелкими фракциями абразива.

Когда грубая шлифовка закончена, можно переходить к шлифовке абразивом № 4, М-28, М-20 и М-14. Практически можно заканчивать шлифовку абразивом М-14, но лучше применять еще и М-10, так как чем тоньше отшлифовано зеркало, тем меньше времени уйдет на полировку. Слишком продолжительная полировка создает опасность появления царапин от попадания на зеркало случайных мелких твердых частиц. Это может случиться и при шлифовке самыми мелкими фракциями абразива, так как небольшие посторонние твердые частицы могут оказаться больше зерен абразива.

Тонкая шлифовка (так же как и полировка) требует от работающего большой внимательности и аккуратности. Переходя от одной фракции абразива к следующей, необходимо тщательно вымыть диски и станок, застелить стол чистой бумагой. Перед началом работы абразив (особенно минутники) нужно залить в высокой баночке водой, взболтать и дать отстояться, слить излишек воды. Брать абразив следует чистой кисточкой, споласкивая ее каждый раз в чистой воде, брать из баночки сверху, чтобы не захватить со дна более крупных зерен, которые могли быть в порошке и осели при отмучивании.

Напоминаем: чтобы шлифовка велась равномерно по всем направлениям, необходимо соблюдать определенный ритм в движениях.

Шлифовку данным номером абразива можно считать законченной, когда при рассматривании шлифованной поверхности в лупу нигде не будет видно ямок, оставшихся от более крупных зерен предыдущей фракции.

3. Полировка главного зеркала телескопа

Для полировки нужен полировальник. Основанием полировальника может служить тот же стеклянный диск, который служил шлифовальником, но лучше сделать специальное основание полировальника (как и для шлифовальника), материалом для которого может служить любой металл, цементная отливка, пластмасса, текстолит или твердое дерево, пропитанное водостойким составом. Полируется зеркало на специальной смоле, которой покрывается основание полировальника.

Для приготовления смолы понадобится кусок гудрона, древесного пека или сапожного вара и канифоль, которая придает смоле твердость. (Канифоль хорошего качества продается в музыкальных магазинах для скрипичных смычков.) На слабом огне в небольшой кастрюле осторожно расплавим канифоль, а затем гудрон или иную мягкую смолу, добавляя ее в канифоль маленькими кусочками, и тщательно размешиваем смесь деревянной палочкой. Нельзя доводить смолу до кипения и образования пузырей: она станет хрупкой, пористой и непригодной для полировки. Так как гудрон может быть разной твердости, то нельзя заранее указать, в какой пропорции следует смешивать гудрон с канифолью. Твердость полученной смолы проверяется так: на поверхности совершенно остывшей капли смолы ноготь большого пальца при сильном нажиме должен оставлять заметный, но неглубокий след. Если смола получилась мягкой, нужно прибавить к ней канифоли, если твердой — гудрона. Полученную самодельную оптическую смолу необходимо процедить через два слоя марли.

Г. В. Шуваев предлагает следующий очень удобный и практический способ процеживания смолы. В широкий низкий металлический сосуд (например, консервную банку с приделанной к ней ручкой), нагреваемый на слабом огне, укладывается в два слоя марля, вырезанная с таким расчетом, чтобы она плотно прилегала к дну и стенкам сосуда и свешивалась через его края. Расплавленная смола осторожно выливается на марлю в середину сосуда. Смола в прогретом сосуде не остывает, остается жидкой. Осторожно

вынимаем марлю за края. В ней останутся ненужные примеси.

Наливать смолу на основание полировальника надо равномерно, разравнивая ее гладкой мокрой дощечкой. Толщина слоя — 4—5 мм. Пока смола не остыла, ее поверхность делится взаимно перпендикулярными канавками на квадраты со стороной примерно 20 мм; канавки выдавливаются ребром мокрой дощечки или линейки. Затем поверхность полировальника нужно отформовать поверхностью нашего будущего зеркала, также обильно смачивая его теплой водой, чтобы оно не прилипло к смоле. Формовку полировальника зеркалом и нанесение канавок придется повторять несколько раз, так как канавки будут раздавливаться и деформироваться и поверхность полировальника не сразу будет соответствовать форме зеркала. При этом полировальник и зеркало придется подогревать в горячей воде (но не слишком горячей, иначе стекло может лопнуть). При формовке зеркало двигают с некоторым нажимом в разных направлениях, следя за тем, чтобы на поверхности квадратиков не образовались заметные пузыри, а полировальник поворачивают, чтобы он отформовался равномерно. Канавки должны быть возможно более ровными по ширине и глубине. Они служат для контакта между зеркалом и отдельными частями полировальника, для свободной циркуляции полирующего вещества и выхода пузырьков воздуха.

При нанесении канавок мокрой линейкой приходится много раз повторять формовку, что очень неудобно и сложно. Лучше применять другие способы. А. Н. Подъяпольский предлагает прореза́ть или пропиливать канавки в смоле под водой. Срезанная смола остается в воде и не пристает к инструменту. Канавки можно выдавливать в горячей смоле пластмассовой решеткой (например, решеткой, применяющейся при мытье посуды и продающейся в магазинах хозтоваров). Ю. Б. Палко предложил накладывать на поверхность горячей смолы на нужном расстоянии друг от друга куски круглого капронового шнурка, смоченные водой, которые затем вдавливаются в смолу отшлифованной поверхностью зеркала. (Можно применить круглые капроновые шнурки для ботинок.) Сначала наносится ряд канавок в одном направлении, а затем в перпендикулярном. Шнурки можно натянуть в ряд (не туго) на квадратную рамку. Вместо шнурков любители пробовали применять электропровод в хлорвиниловой изоляции, проволоку. При всех способах формовки полировальник и зеркало лучше всего

опустить в теплую воду (но не слишком горячую, чтобы стекло не лопнуло). Глубина канавок должна быть 1,5—2 мм.

Квадраты, разделенные канавками, должны быть расположены на полировальнике так, чтобы центр диска не совпадал с серединой центрального квадрата, а находился ближе к одному из его углов (рис. 12). Это нужно для того, чтобы не появились зоны, где полировка пойдет интенсивнее из-за симметричного расположения квадратов. Излишки смолы, свисающие с краев полировальника, нужно осторожно сколоть лезвием острого ножа, слегка ударяя чем-нибудь по нему. Затем полировальник тщательно обмывают со всех сторон.

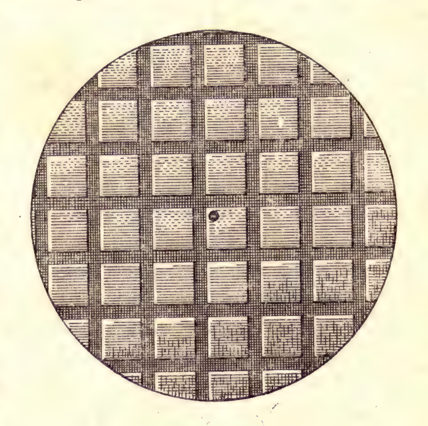


Рис. 12.

Полировальник укрепляют на станочке так же, как крепился шлифовальник. На смоляную поверхность полировальника наносят жидкую кашицу из крокуса (или полирита) с водой. Это специальные порошки, применяемые для полировки стекла. Крокус — это окись железа, порошок темно-красного цвета. (Бывает в продаже в магазинах химреактивов. Может быть в химическом кабинете в школе. В крайнем случае можно использовать сухую краску в порошке, так называемый «железный сурик», но ее нужно очень тщательно растирать и не менее тщательно отмучивать.)

Чтобы полированная поверхность была чистой, без царапин, совершенно необходимо соблюдать определенный порядок работы и некоторые меры предосторожности. Главное — соблюдать чистоту: застелить рабочее место чистой бумагой, станочек тщательно вымыть, чисто мыть руки перед работой, рукава засучивать. Над рабочим местом не должно быть полок, занавесок, люстр и других предметов, с которых может слететь пыль. Крокус (полирит) лучше всего хранить в небольшой высокой стеклянной баночке с широким горлом и пластмассовой крышкой. Перед употреблением его надо залить водой, взболтать, дать отстояться случайным крупным частицам, а затем осторожно слить

излишек воды (оставив немного над поверхностью порошка). Брать порошок надо только сверху мягкой кисточкой, каждый раз споласкивая ее в чистой воде.

На покрытый кашицей крокуса с водой полировальник кладут зеркало и начинают полировку. Она проводится точно так же, как и шлифовка, т. е. движением зеркала к себе и от себя на 1/3—1/4 радиуса. Одновременно непрерывно поворачиваем вращающийся столик станочка с укрепленным на нем полировальником, например, по часовой стрелке, а зеркало — против часовой стрелки. Полировка проводится без нажима.

Возможно, не сразу работа пойдет гладко. Зеркало может то прилипать, присасываться, то срываться. Это может получиться из-за того, что поверхность смолы еще не «приполировалась» к зеркалу (только в начале работы!), а также из-за неправильной формы поверхности зеркала после шлифовки (например, при «яме» в середине зеркало будет сильно присасываться). Углубленные зоны на зеркале полируются плохо. Если этот дефект не устраняется долго, то стоит продолжить тонкую шлифовку, изменив характер штриха: в случае «завала» на краю и «ямы» в середине зеркала штрих укорачивают до 1/5—1/6 радиуса, в случае бугра в центре и приподнятого края, наоборот, удлиняют.

Полируют зеркало до тех пор, пока на поверхности его не исчезнут последние следы матовости, которые обнаруживаются в виде темных маленьких точек при рассматривании зеркала в лупу на свет *).

Перед нанесением свежей порции полирующего вещества зеркало можно лишь сдвинуть несколько в сторону, подмазать кашицу, поворотом зеркала распределить ее по полировальнику и продолжать работу. При накоплении пены от использованного крокуса обмывают зеркало и полировальник теплой водой.

При перерыве в работе каждый раз перед началом полировки промывают и подогревают зеркало и полировальник в теплой воде. Затем, положив полировальник на станочек, наносят на него кистью крокус. Сверху кладут зеркало, оставив его на несколько минут полежать (в центральном положении), чтобы полировальник точнее принял его форму (при длительных перерывах в работе он деформи-

*) Чем мельче была последняя фракция шлифующего абразива и чем тщательнее отшлифовано зеркало, тем быстрее и лучше оно будет полироваться.

руется), а пылинки, попавшие на смолу, «утонули» бы в ней. При полировке длина штриха должна быть не более 1/3 радиуса, так как длинный штрих обычно дает «завал» на краю зеркала, уничтожить который очень трудно, а он может так испортить форму зеркала, что его придется перешлифовывать.

Если при полировке соблюдается штрих в 1/3—1/4 радиуса зеркала и работа идет плавно, ритмично, без рывков, со скоростью 30—50 штрихов и 1—2 оборота станочка в минуту, то получится поверхность, близкая к сфере. В начале обычно получаются те или иные отклонения от сферы. Наиболее характерные из них: *1* (рис. 13) — «завал» на краю, т. е. опущенный край зеркала и «яма» в середине; *2* — приподнятый край и возвышение в середине; *3* — кольцевые концентрические возвышения и углубления (зональные ошибки). Показан сильно увеличенный профиль этих отклонений (они в действительности равны долям микрона). Первая ошибка обычно возникает при длинном штрихе, такая же форма зеркала получается при слишком мягкой смоле. Если укорочение штриха не поможет, то смолу надо заменить на более твердую. Необходимо знать, что для устранения даже небольшого завала края или углубления нужно сполировать всю остальную поверхность зеркала на глубину этого завала или углубления. Приподнятый край и бугор в центре, наоборот, должны устраняться удлинением штриха (но не очень значительным). Зональные ошибки хорошо устранять полировкой по хорде, т. е. не через центр, а сдвигая зеркало немного в сторону (рис. 14). Наконец, применяется и «подрезка» полировальника, когда на его поверхности острым ножом соскабливают небольшие участки там, где полировка идет слишком интенсивно. При этом надо избегать симметрии в расположении этих участков, чтобы не возникли зональные ошибки. На рис. 15 показана подрезка полировальника для случая «завала» и «ямы».

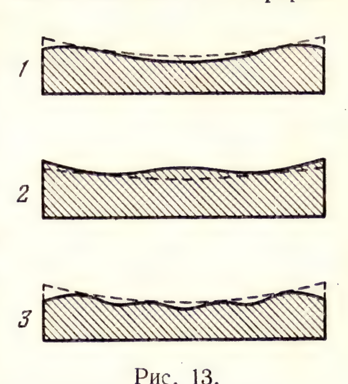


Рис. 13.

Для исправления формы поверхности зеркала хорошо применять полировальник в форме звезды (рис. 16). Такой

полировальник дает плавный переход от активно полирующей зоны к недействующей зоне. Изготовить его нужно так: на разогретую поверхность смолы накладывается вырезанная из толстой бумаги звезда, смоченная водой, и

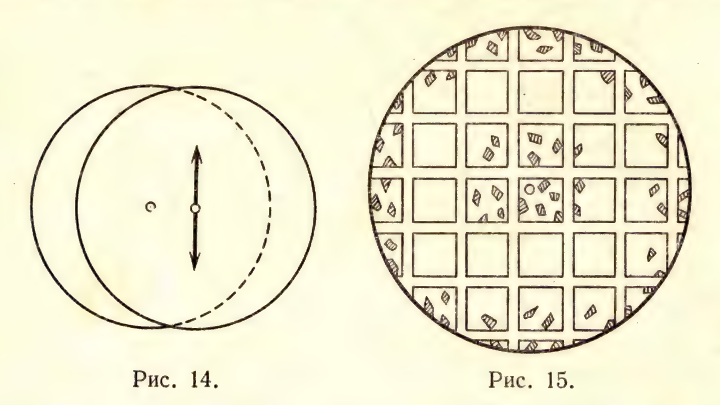


Рис. 14. Рис. 15.

вдавливается в смолу также разогретым в теплой воде зеркалом. Зона, в которую вдавливается бумажная фигура, перестает действовать, а остальная часть поверхности полировальника активно продолжает полировать. При «яме» в середине зеркала применяется выдавливание центра полировальника звездой (рис. 16, *1*), а при «бугре» в центре

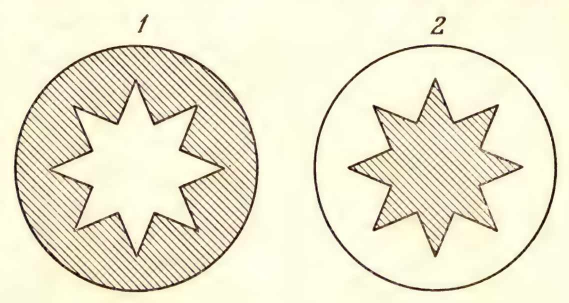


Рис. 16.

кружком из бумаги, равным размеру зеркала, с вырезанной в середине звездой понижается краевая зона, а середина полировальника продолжает полировать (рис. 16, *2*, заштрихованная часть — смола).

Для проверки правильности формы зеркала служит теневой прибор, описание которого будет дано ниже. Про-

верять зеркало теневым прибором лучше всего с самого начала полировки, как только зеркало станет блестеть уже настолько, чтобы его можно было испытывать, т. е. примерно через час после начала полировки. Затем проверка повторяется через 20—30 минут, а в конце работы и чаще. Весь процесс полировки обычно продолжается не менее 10 часов.

4. Контроль качества поверхности главного зеркала телескопа

После шлифовки и предварительной полировки зеркала его фокусное расстояние может отличаться от заданного на несколько сантиметров, что не влияет на качество изображения. Но необходимо добиваться, чтобы форма поверхности зеркала была сферической, отклонение от которой не должно превышать 0,000 07 мм (или 0,07 мкм).

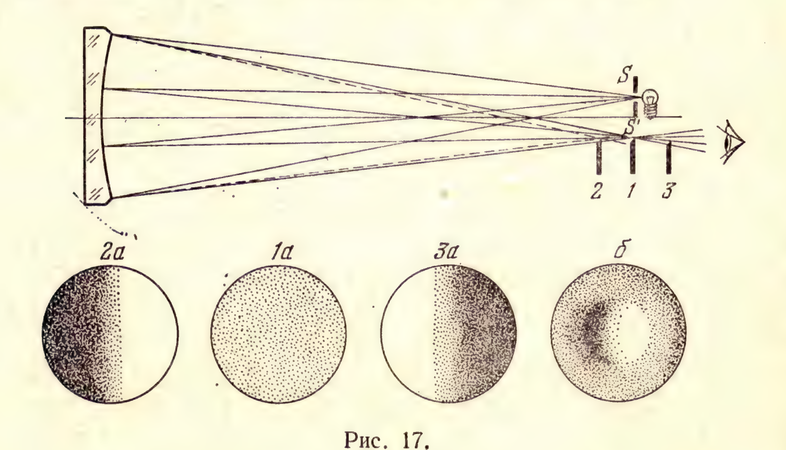


Рис. 17.

Проверка сферичности зеркала осуществляется весьма простым и доступным теневым методом, предложенным французским физиком Фуко. Для этого применяется точечный источник света — искусственная звезда и непрозрачный экран с прямолинейным острым краем — нож Фуко.

Сущность метода заключается в следующем. Точечный источник света (искусственная звезда) S (рис. 17) располагается в центре кривизны исследуемого зеркала (на удвоенном фокусном расстоянии). После отражения от зеркала

лучи снова собираются в центре кривизны и образуют изображение S' звезды. Зеркало слегка повернуто, чтобы изображение S' оказалось несколько смещенным (на 10—15 мм) по отношению к звезде.

Если расположить глаз за центром кривизны, то на расстоянии ясного зрения (для нормального глаза около 25 см) изображение звезды хорошо видно. По мере приближения глаза к центру кривизны зеркала светящаяся точка станет расплываться. И когда глаз окажется вблизи центра кривизны (примерно на расстоянии 3—5 см от него), свет как бы зальет всю поверхность зеркала. Теперь, если мы станем приближать нож Фуко к вершине конуса лучей (точка S'), то при сферической поверхности зеркала в момент пересечения этой точки ножом освещенность зеркала начнет равномерно и быстро гаснуть по всей поверхности (рис. 17, положение ножа *1*, тень — *1а*). Если нож пересечет сходящийся пучок лучей до вершины конуса или после нее, то на зеркале будет видна надвигающаяся прямолинейная тень. В первом случае тень будет надвигаться в ту же сторону, что и нож, а во втором — в противоположную (положение ножа *2* и *3*, тени — *2*, *а* и *3*, *а*).

Когда поверхность зеркала отклоняется от сферы, возникают характерные теневые картины, соответствующие различной кривизне отдельных ее зон. Так, если у центральной зоны зеркала меньшая по отношению к краевой зоне кривизна — «бугор» (что равносильно большему радиусу кривизны), то при движении ножа краевая зона станет гаснуть равномерно, а в центре будет надвигаться тень (см. рис. 17, *б*). При меньшей кривизне краевой зоны (завал края) тень будет набегать на краевой зоне в направлении движения ножа при равномерном погасании центральной зоны зеркала и т. д.

При других отклонениях поверхности зеркала от сферы (подъем края, «яма» в центре) возникает та или иная теневая картина, говорящая о величине и характере этих отклонений.

Чтобы изготовить хорошее зеркало, нужно научиться правильно «читать» теневую картину, распознавать, какие зоны зеркала имеют больший, а какие меньший радиус кривизны.

Ниже дается описание простейшего теневого прибора, предложенного А. Н. Подъяпольским (рис. 18). В центре основания *1* — сухой твердой доски размером 150 × 150 мм — запрессована деревянная стойка *2*. В пропил верхней части

стойки вставлен фонарик *3* с лампочкой *4*. Лампочка напряжением 4—12 вольт с припаянными к ней проводами укреплена комочком смятой бумаги внутри фонарика, напротив

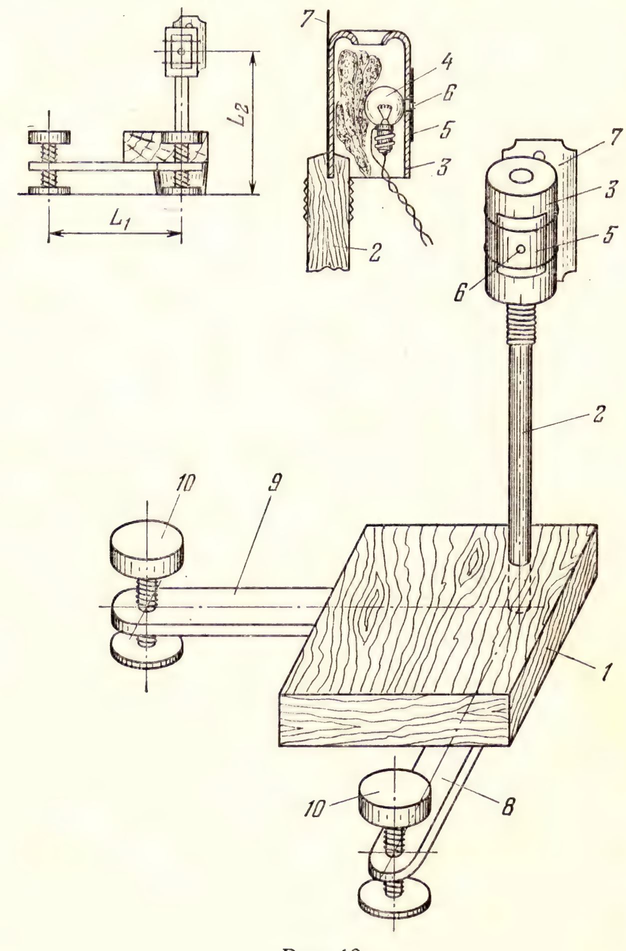


Рис. 18.

отверстия диаметром 4—5 мм в его стенке. Снаружи фонарика перед отверстием прикреплен резиновыми колечками квадратик из плотной черной бумаги или фольги *5* с проколотым в нем отверстием очень малого диаметра (искусственная звезда) *6*. Прокол делается острой иголкой на

твердой подкладке. В тот же пропил, сзади фонарика, вставлено лезвие для безопасной бритвы *7*, которое служит ножом Фуко.

При испытаниях зеркала фонарик вместе с ножом должен перемещаться с большой точностью на очень небольшие расстояния. Для этой цели служат две металлические или деревянные рейки *8* и *9*, прикрепленные к основанию под прямым углом друг к другу. Длина их 150—200 мм. В свободных концах реек на резьбе ввернуты без люфта винты с широкими головками *10*. Третьей точкой опоры может служить продолжение стойки фонарика, выступающее снизу основания. Вращением винта, ввернутого в рейку *9*, производится перемещение ножа вправо или влево, а вращением второго винта — перемещение фонарика с ножом вдоль оптической оси зеркала.

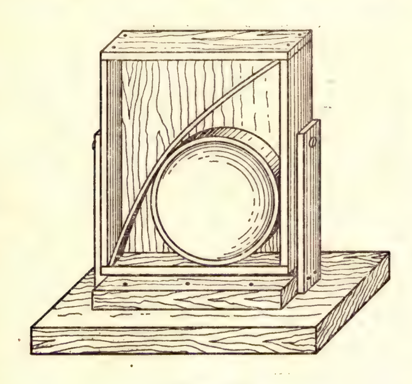


Рис. 19.

В зависимости от возможностей любителя можно собрать и более совершенные варианты прибора. Они описаны в [2] и [5].

Для исследуемого зеркала следует изготовить деревянную подставку в виде неглубокого ящичка, укрепленного на стойках так, чтобы зеркало можно было двигать и наклонять в различных направлениях (рис. 19). Зеркало и теневой прибор размещают в затемненном помещении на устойчивых столах. Удобно использовать один длинный стол, скамью или верстак.

Прибор с зажженной лампочкой и снятой с фонарика фольгой с отверстием — «звездой» устанавливается приблизительно на расстоянии радиуса кривизны зеркала так, чтобы отверстие в фонарике было обращено к зеркалу. Затем поворачивают и наклоняют зеркало в стойке до тех пор, пока отражение отверстия не окажется близко от фонарика прибора (лучше слева от фонарика, между ним и ножом Фуко). Это достигается грубым передвижением всего прибора. Удобно найти изображение отверстия на куске белой бумаги или на матовом стекле, располагаемом в направлении отраженного пучка лучей, и затем подвести его

ближе к ножу. Сделав это, укрепляют на фонарике искусственную звезду и окончательно регулируют положение лампочки, добиваясь наибольшей и равномерной освещенности зеркала. Далее, расположившись позади ножа, подводят изображение искусственной звезды к кромке лезвия. Движением рычагов подбирается положение ножа, близкое к вершине конуса лучей, отраженных от зеркала, до или после этой точки. При этом появится определенная теневая картина, на основании которой можно судить о форме поверхности зеркала и определить ошибки полировки, чтобы соответствующими мерами устранить их.

Для получения достаточно высокой отражательной способности сферическую поверхность зеркала надо посеребрить (осаждением металлического серебра) или аллюминировать (распылением алюминия в вакууме). Такое зеркало будет отражать 85—90% падающих лучей вместо 4%, отражаемых непокрытой отражающим слоем поверхностью стеклянного зеркала.

Способ домашнего серебрения описан в литературе [2], [3]. Он сложен и трудно осуществим из-за отсутствия в продаже нужных химических веществ.

Алюминирование возможно в заводских или лабораторных условиях, а также в зеркальных мастерских.

5. Труба и установка самодельного телескопа

В телескопе-рефлекторе системы Ньютона есть малое диагональное плоское зеркало. Оно устанавливается на оптической оси главного зеркала под углом 45° к ней и отклоняет вбок в окуляр конус лучей, отраженных главным зеркалом. Фокус окуляра, вставленного в окулярный тубус, должен совпадать с фокусом главного зеркала — вершиной конуса отраженных им лучей; этим требованием определяется положение плоского зеркала на оптической оси телескопа. Обычные плоские зеркала, употребляемые в быту, для этой цели, безусловно, не годятся, а изготовить хорошее плоское зеркало в любительских условиях довольно трудно. Плоское зеркало можно заменить призмой полного внутреннего отражения, применяемой в призменных биноклях. При главном зеркале диаметром 100—120 мм размеры прямоугольных граней призмы, расположенных под углом 90°, должны быть от 25 × 25 до 30 × 30 мм. В телескопе одна из этих граней обращена к главному зеркалу, другая — к окуляру.

В качестве диагонального зеркала можно использовать плоскую поверхность плоско-выпуклой или плоско-вогнутой линзы, поверхность светофильтра от фотоаппарата или любую оптически точную плоскость, покрыв ее слоем серебра или алюминия.

Плоское зеркало может быть круглым, эллиптическим или прямоугольным с отношением осей или сторон 1 : 1,4. Его размеры определяют из графического построения конуса лучей, отраженных главным зеркалом (объективом). Малую ось (поперечный размер) плоского зеркала следует взять немного больше полученной из построения.

Объектив и окуляр монтируются в трубе (тубусе) телескопа. Для крепления главного зеркала необходима оправа, которая обеспечивает регулировку положения зеркала.

Деревянная оправа представляет собой круглую или восьмигранную дощечку на 15—20 мм больше диаметра зеркала и толщиной не менее 10 мм. На этой дощечке между четырьмя отрезками толстостенной резиновой трубки, надетыми на шурупы, устанавливают главное зеркало. Чтобы оно не выпало, под головки шурупов подложены пластмассовые шайбы. (Зажимать зеркало этими шайбами ни в коем случае нельзя.) В качестве задней опоры зеркала можно использовать три кружка, вырезанных из резины или кожи. Кружки приклеиваются к дощечке на расстоянии 120° друг от друга, так, чтобы они были расположены близко от края зеркала.

Труба (тубус) телескопа может быть заменена «чикинской доской» (рис. 20, *А*), названной так по имени А. А. Чикина *). Основанием такой трубы служит сухая прочная доска шириной немного более диаметра главного зеркала и длиной немного более его фокусного расстояния. На одном конце доски, перпендикулярно к ней, укреплена квадратная толстая дощечка *1*. Ее положение фиксируется металлическими укосами или угольниками. На этой дощечке между четырьмя отрезками толстостенной резиновой трубки, надетыми на шурупы *2*, устанавливают главное зеркало. Чтобы зеркало не выпало, под головки шурупов подложены пластмассовые шайбы *3*. Задняя поверхность зеркала лежит на закругленных концах трех длинных шурупов *4*, ввернутых в квадратную дощечку на расстоянии 120° друг от друга, ближе к краю зеркала. Концы шурупов

---

*) Статья о А. А. Чикине опубликована в журнале «Земля и Вселенная», 1966, № 4, с. 79.

выступают на несколько миллиметров из дощечки и служат для юстировки телескопа. Если изготовлена описанная выше оправа, то она, вместе с зеркалом, крепится при

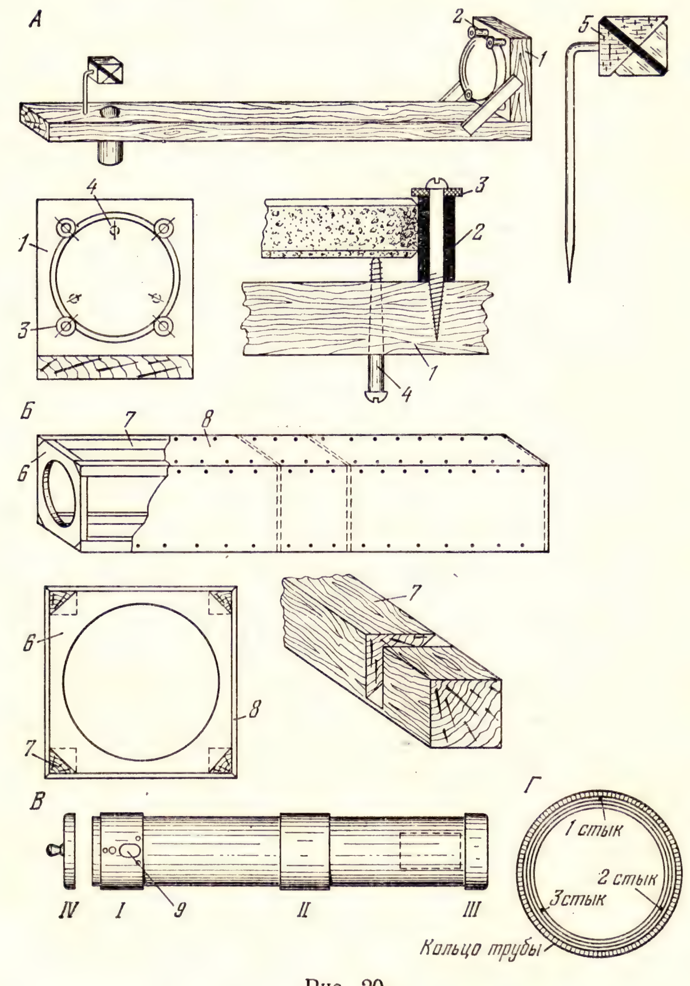


Рис. 20.

помощи трех шурупов, пропущенных сквозь эту дощечку и ввинченных в оправу. На шурупы, между дощечкой и оправой, надеваются прокладки из мягкого ластика или пружины для наклона оправы с зеркалом при юстировке.

На противоположном конце чикинской доски просверливается отверстие, в которое наглухо вставляют окулярный тубус.

Удобнее отдельную дощечку с окулярным узлом укрепить сбоку «чикинской доски».

Расстояние между окулярным тубусом и главным зеркалом должно быть таким, чтобы после отражения лучей в призме фокус главного зеркала совпал с фокусом вставленного в окулярный тубус окуляра. Оно равняется фокусному расстоянию зеркала минус отрезок между центром отражающей поверхности призмы и фокусом окуляра.

Стойку держателя призмы *5* вставляют или ввертывают в доску с таким расчетом, чтобы оптическая ось главного зеркала и ось окулярного тубуса проходили через середину отражающей поверхности призмы (диагонального зеркала).

Трубу телескопа можно сделать четырехгранной (см. рис. 20, *Б*). Из толстой фанеры выпиливают четыре рамки *6*, которые по углам соединяют продольными брусками *7*. Собранный таким образом каркас обшивается картоном или тонкой фанерой *8*.

Нетрудно изготовить и круглую картонно-металлическую трубу (рис. 20, *В*). Из металла (можно использовать алюминиевые кастрюли подходящего диаметра) делают кольца жесткости (*I—II*), чашку для оправы главного зеркала (*III*) и крышку трубы (*IV*). В кольца вставляют трубу, склеенную из трех слоев картона. Наружную поверхность второго и третьего листов картона равномерно смазывают жидким столярным или казеиновым клеем и один за другим листы вклеивают: второй внутрь первого, а третий внутрь второго. Стыки листов картона не должны совпадать (рис. 20, *Г*). Снаружи, в промежутках между кольцами, трубу до высыхания следует плотно обвязать бечевкой. Готовую трубу зачищают мелкой шкуркой и окрашивают: снаружи лучше всего белой или светло-серой, а внутри матовой черной краской или оклеивают черной «бархатной» бумагой. Наружный шов надо заклеить перед окраской полоской бумаги или материи.

Длина трубы при всех ее конструкциях примерно равна фокусному расстоянию главного зеркала. Внутренний диаметр трубы (или круглого выреза в рамках при квадратной трубе) составляет примерно 1,25 диаметра главного зеркала. Нижняя чашка (*III*, рис. 20, *В*) круглой трубы, где помещено главное зеркало, должна быть съемной, чтобы можно

было к нему проникнуть. С этой же целью делают сбоку в трубе отверстие, которое закрывается отодвигающейся крышкой (оно указано штриховой линией на рис. 20, *B*). Окулярный тубус и призма на стойке монтируются на отдельной дощечке-основании. В переднем кольце трубы *I* вырезают отверстие *9* для окулярного тубуса и отверстия

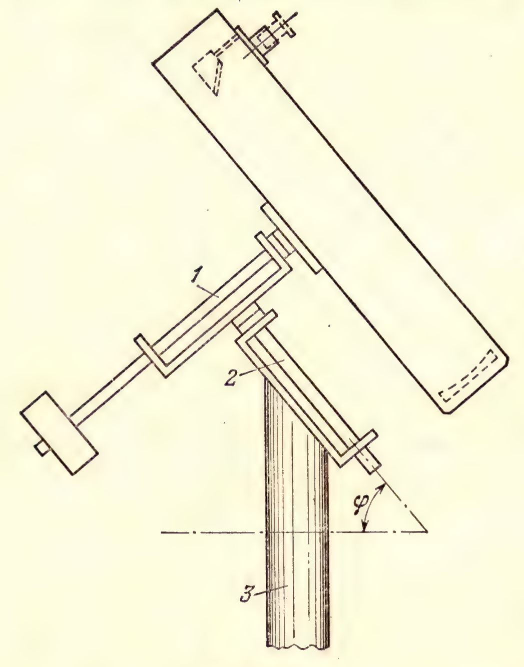


Рис. 21.

для винтов, крепящих окулярный узел. Между основанием окулярного узла и кольцом на эти винты надевают резиновые шайбы для регулировки положения окулярного узла. Среднее кольцо (*II*) предназначено для крепления трубы к установке.

Установка телескопа должна быть устойчивой и удобной. Параллактическая головка (рис. 21) имеет часовую ось *2*, расположенную параллельно оси вращения Земли, и ось склонений *1*, перпендикулярную к часовой оси. Часовая ось, наклоненная к горизонту под углом, равным географической широте места (φ), поворачивается в подшипниках опоры, прикрепленных к верхней площадке

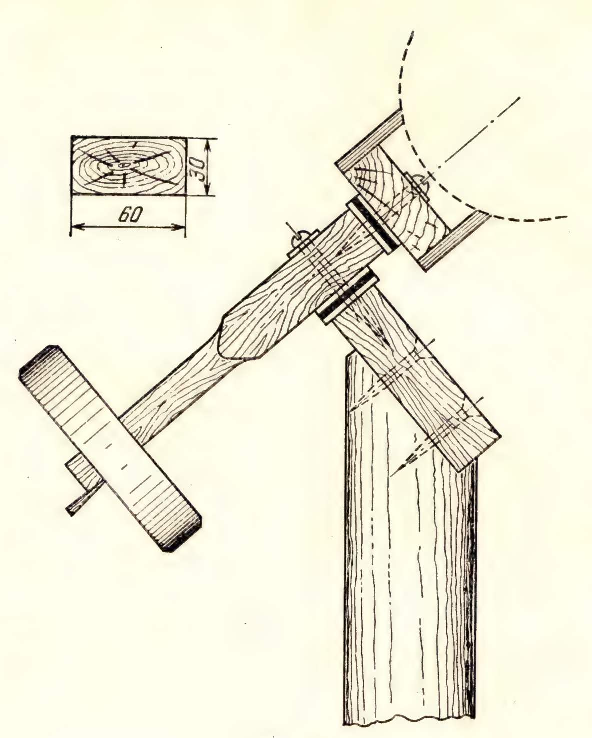


Рис. 22.

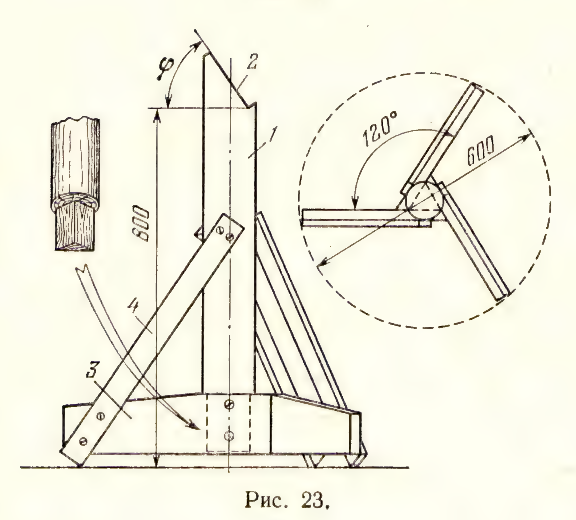


Рис. 23.

штатива (в стационарной установке — на колонне 3). Ось склонений вместе с телескопом поворачивается в подшипниках опоры, которая жестко насажена на верхний конец

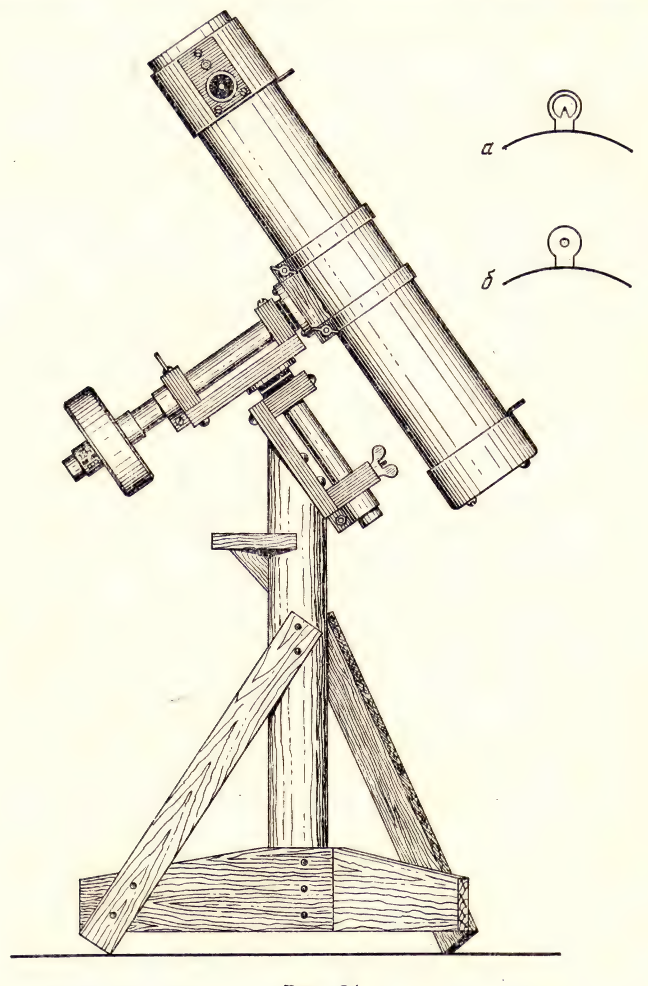


Рис. 24.

часовой оси. Противовес на конце оси склонений служит для уравновешивания телескопа. Устройство простой параллактической головки, основные детали которой выполнены из прочного дерева, пластмассы или текстолита, по-

казано на рис. 22. Диаметр шурупов или винтов, играющих роль осей, не менее 5—6 мм. Если детали деревянные, для ввертывания шурупов предварительно лучше просверлить отверстия в 2/3 диаметра самих шурупов. В случае пластмассовых или текстолитовых деталей для винтов нужна такая резьба, чтобы они входили в нее туго.

Простой штатив (рис. 23) состоит из толстой деревянной стойки *1*, верхний конец которой *2* срезан под углом φ к горизонту. К плоскости среза крепится опорная площадка для часовой оси. К нижней части стойки прибивают ножки *3*, укрепленные укосами *4*, на выступающие концы которых опирается штатив.

На рис. 24 показан более совершенный вариант любительского телескопа, на тубусе которого показаны детали *а* и *б* визира для наведения телескопа на светило.

Если телескоп не переносный (стационарная установка), штатив заменяется кирпичной колонной или просто бревном, врытым в землю.

К телескопу нужно иметь набор не менее трех окуляров: слабый с фокусным расстоянием 25—30 мм, средний 10—15 мм и сильный — 5—7 мм. В простейшем случае окуляром может служить однолинзовая лупа. Можно использовать окуляры от бинокля, микроскопа, теодолита или объективы от малоформатных фото- и кинокамер. Для сборки окуляров годятся отдельные компоненты от объектов для микроскопа и другие одиночные линзы или клееные пары линз с фокусным расстоянием от 5 до 30 мм. Как собирать самодельные окуляры, подробно описано в журнале «Земля и Вселенная» № 5 за 1966 год, а также в рекомендованной нами литературе (см. [2], [4]).

6. Работа с самодельным телескопом

Телескоп необходимо отъюстировать, т. е. добиться, чтобы оптические оси главного зеркала и окуляра совпадали, причем призма или диагональное зеркало должны перехватывать весь конус лучей, отраженных главным зеркалом (объективом).

Достигают этого следующим образом. Не вставляя окуляра и держа глаз на некотором расстоянии от окулярного тубуса, смотрят через него на призму (плоское зеркало) так, чтобы ближний и дальний по отношению к глазу края тубуса располагались концентрически. Передвигая или слегка наклоняя стойку призмы, помещают центр ее

отражающей плоскости точно в центр тубуса (на его оси). Затем, меняя наклон призмы, добиваются, чтобы центр отражения в ней главного зеркала был виден точно в середине и отражающей поверхности призмы и окулярного тубуса (для удобства юстировки можно наметить темной краской точку в центре главного зеркала). Наконец, изменяя наклон главного зеркала тремя юстировочными винтами, на которых оно лежит, приводят отражение призмы в главном зеркале в центр всей наблюдаемой картины. (При ввертывании какого-либо из юстировочных винтов изображение призмы перемещается по направлению к этому винту, при вывертывании — от него). Если телескоп отъюстирован

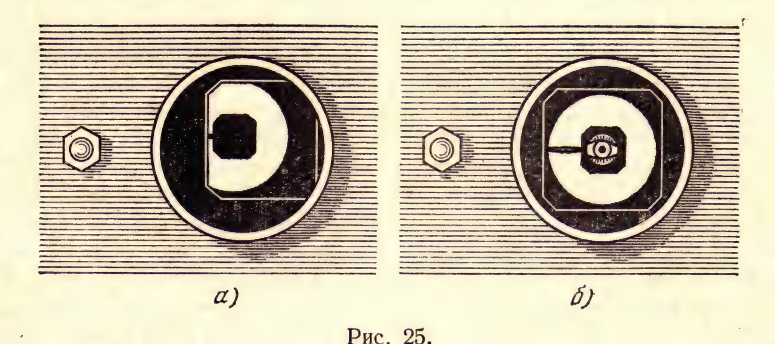


Рис. 25.

точно, то в центре отражения призмы будет еще видно отражение глаза наблюдателя. Неправильная (*а*) и правильная (*б*) юстировки телескопа показаны на рис. 25.

Поле зрения телескопа мало, поэтому, чтобы легче отыскать объект наблюдения, на тубусе телескопа монтируют искатель. Простейшим искателем может служить приспособление, подобное мушке ружья (визир) (рис. 24, *а* и *б*). Прицел расположен так, что объект, пойманный на мушку, виден в центре поля зрения телескопа. Более совершенный искатель — это небольшая зрительная труба с малым увеличением и большим полем зрения, снабженная окуляром с крестом нитей. Ее оптическая ось располагается параллельно оптической оси телескопа.

Искателем может также служить самодельная зрительная труба из очковых стекол, труба с объективом из случайной линзы (например, из насадочной линзы от фотоаппарата) и короткофокусной лупы вместо окуляра, имею-

щиеся в продаже зрительная труба или монокуляр («половинка бинокля») и пр.

Теперь можно приступить к испытанию телескопа. Найдем высоко над горизонтом звезду 3—4-й звездной величины и наведем окуляр (с большим увеличением) на предельную резкость. Заметим, что качество изображения определяется состоянием атмосферы и оптикой телескопа (предполагается, что телескоп тщательно отъюстирован). При хороших оптических качествах телескопа и благоприятном состоянии атмосферы звезда в телескоп видна как маленький резко очерченный диск, окруженный несколькими концентрическими светлыми колечками — дифракционными кольцами. Плохие атмосферные условия вызывают дрожание, изменение формы изображения звезды. Когда же спокойное изображение звезды не удается сделать резким и оно остается размытым кружком либо имеет неправильную форму, оба зеркала (или одно из них) не удовлетворяют предъявляемым требованиям. Если при смещении окуляра с резкой наводки на фокус вперед (предфокальное изображение) или назад (зафокальное изображение) видны не кружки, а овалы, которые вытянуты во взаимно перпендикулярных направлениях, это указывает на наличие астигматизма. Тогда прежде всего надо попытаться изменить наклон окулярного тубуса тремя регулировочными винтами, на которых он укреплен. Если астигматизм не исчезает, значит, он присущ одному из зеркал (правильность юстировки должна быть предварительно проверена). Поэтому одновременно с испытанием главного зеркала теневым прибором необходимо, пользуясь сильным окуляром, проверить качество изображений искусственной звезды (фокального, предфокального и зафокального). Какие недостатки в качестве изображения зависят от состояния атмосферы, а какие от оптических свойств телескопа, — можно установить только после проведения нескольких проверочных испытаний. Заметим, что очень хорошие оптические качества главного зеркала могут быть сведены на нет диагональным зеркалом, если его отражающая поверхность не вполне плоская.

Выбор увеличения окуляров определяется атмосферными условиями. При неудовлетворительном состоянии атмосферы большие увеличения бесполезны. Максимальное увеличение, при котором полностью используется разрешающая сила главного зеркала (объектива), численно равно диаметру зеркала в миллиметрах, т. е. для зеркала диамет-

ром 100 мм — увеличение в 100 раз и т. д. Применяя большие увеличения, если это позволяет яркость объекта, нельзя увидеть подробностей, хотя изображение и будет больше по размерам. Практически это увеличение может быть и больше, например, для Луны, Марса, двойных звезд оно может достигать и величины, численно равной $2D$.

Солнце удобнее всего наблюдать, проектируя его изображение на экран, который устанавливают против окуляра (рис. 26). Рассеянный солнечный свет сильно не мешает, так как изображение, не очень далекое от окуляра, получается достаточно ярким. Можно защитить экран от рассеянного света куском картона или темной ткани.

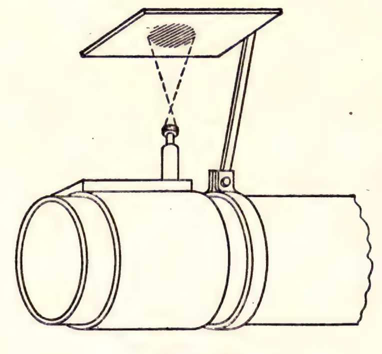


Рис. 26.

Смотреть на Солнце в телескоп без защитных приспособлений нельзя — можно мгновенно потерять зрение! Применять темные стекла (например, употребляемые при сварке) нужно также осторожно: в фокусе окуляра концентрируются и тепловые лучи, и нередко такое стекло при наблюдении Солнца лопается, отчего могут пострадать глаза наблюдателя.

7. Фотографирование небесных объектов

Для фотографирования небесных объектов хорошо использовать зеркальную камеру, например «Зенит», укрепив ее при помощи переходной трубки на окулярном тубусе. Объектив фотоаппарата вывертывается. Переходная трубка должна иметь на одном конце резьбу, соответствующую резьбе объектива фотоаппарата. Этим концом трубка ввертывается в фотоаппарат вместо объектива, другой конец трубки надевается на окулярный тубус, который для наводки на резкость в этом случае должен иметь кремальеру.

Фотографировать небесные объекты следует через окуляры со слабым увеличением. Луну, звезды, туманности можно фотографировать и без окулярного увеличения, в главном фокусе телескопа. Фотоаппарат устанавливают

так, чтобы фокальная плоскость главного зеркала совпадала с поверхностью светочувствительного слоя пленки. Для фотографирования Солнца нужен специальный затвор, обеспечивающий очень короткие экспозиции, не более 1/500 секунды, или следует фотографировать сквозь плотный темный светофильтр.

8. Уход за телескопом

Телескоп необходимо тщательно предохранять от пыли и сырости. Поэтому нужно сделать для него хороший чехол. Отверстие тубуса телескопа должно плотно закрываться крышкой. Желательно сделать отдельную крышку и для главного зеркала. Протирать зеркало ни в коем случае нельзя: можно повредить слой серебра или алюминия, которым оно покрыто. Пыль с него лучше всего сдувать резиновым баллончиком. Окуляры время от времени нужно протирать мягкой чистой тряпочкой из стираной ткани или замшей. При сильном загрязнении их промывают чистым спиртом.

9. Простейшая обсерватория

Простейшей обсерваторией, наиболее доступной в отношении постройки, может служить деревянный павильон с откидывающейся крышей, чертеж которого приведен на рис. 27. Стенка с дверью обращена на север, а стенка с откидывающимся треугольником наверху — на юг. Размеры, указанные на чертеже, разумеется, могут меняться в зависимости от габаритов телескопа. Обсерваторию лучше сооружать на возвышении.

Обсерватория, оборудованная самодельным телескопом, может превратиться в маленькую народную обсерваторию — многим интересно посмотреть в телескоп, увидеть своими глазами то, что раньше было знакомо только из книг по астрономии, а любитель с удовольствием поделится своими знаниями. На этой обсерватории можно организовать и показ небесных объектов по определенному плану, в соответствии с условиями их видимости (фазы Луны и интересные образования на ней, фазы Венеры, двойные звезды, пятна на Солнце и др.).

Каждый любитель испытывает, конечно, вполне законное чувство удовлетворения, создав своими руками сложный

оптический прибор — телескоп. Пожелаем любителям в дальнейшем построить более сложные и мощные телескопы

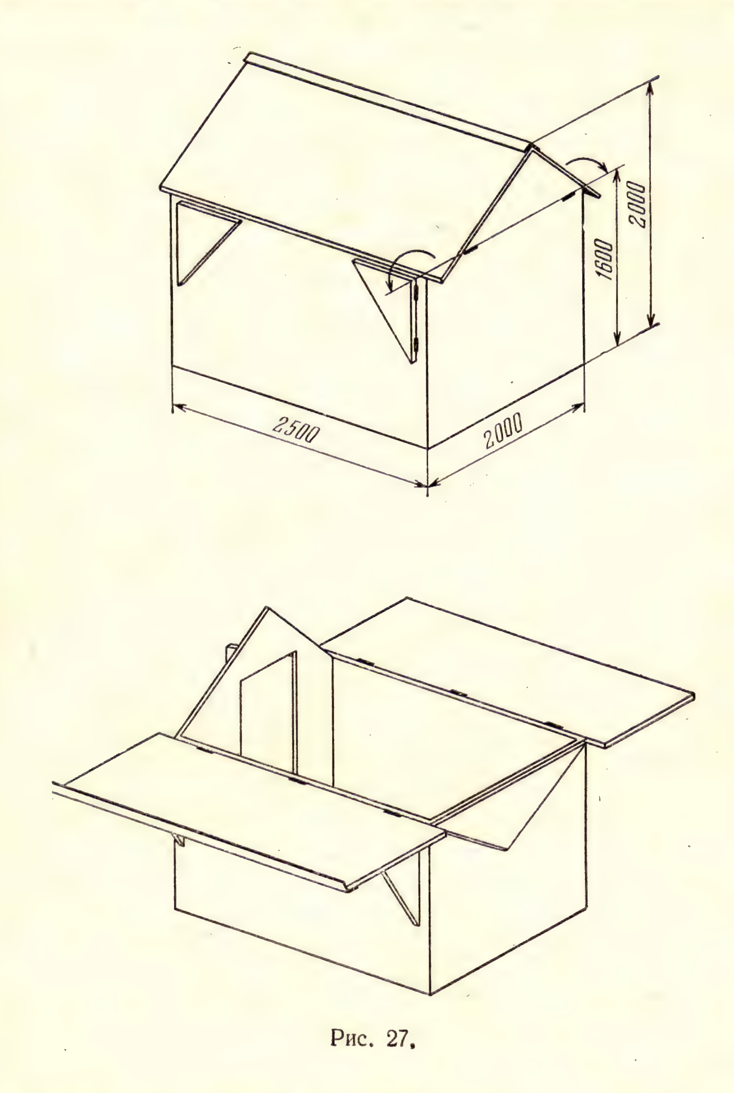


Рис. 27.

и, по мере возможностей, вносить свою лепту в астрономическую науку и участвовать в распространении научных знаний и атеистической пропаганде.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Чикин А. А.* Отражательные телескопы (Изготовление рефлекторов доступными для любителей средствами). — Петроград, 1915.
2. *Навашин М. С.* Телескоп астронома-любителя. — 3-е изд., переработ. и доп. — М.: Физматгиз, 1975. (Готовится следующее издание книги в 1979 г.)
3. Инструкция к изготовлению самодельного рефлектора / Сост. М. С. Навашин — М.: Л.: Изд-во АН СССР, 1949.
4. Любительское телескопостроение. Вып. 1 / Сост. М. М. Шемякин; отв. ред. М. С. Навашин. — М.: Наука, 1964.
5. Любительское телескопостроение. Вып. 2 / Сост. М. М. Шемякин; отв. ред. М. С. Навашин. — М.: Наука, 1966.
6. Любительские телескопы. / Отв. ред. М. М. Шемякин. — М.: Наука, 1975.

ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ АСТРОНОМИЙ В 1980 г.

А. И. Еремеева

В течение многовекового своего существования астрономия всегда считалась отвлеченной узкой наукой, привлекающей на свое поприще ограниченный круг людей. Штаты обсерваторий исчислялись единицами. Нередко обсерватории начинали свое существование просто как выражение «хобби» своего хозяина, имеющего свободные деньги и досуг.

Коренным образом это изменилось в XX в., особенно во второй половине его, с началом космических полетов. Расширился не только круг интересующихся этой наукой, но и круг «делающих» ее. Из-за необъятной широты изучаемого объекта астрономия более быстро, чем другие области естествознания, стала наукой комплексной — по участию различных специалистов в решении ее проблем. Как и все естествознание XX в., она стала коллективной. В наши дни решением загадок космоса занялись физики и минералоги, химики и геологи, биологи и... социологи. Разумеется, эти тенденции можно интерпретировать и поиному: как расширение поля деятельности — космизацию всех других областей естествознания.

Так или иначе, ярко выраженная массовость труда в современной астрономии невольно привлекает внимание ко все более широкому кругу исследователей «неба» и в прошлые времена. Мнение, что науку делают гении-одиночки, отверг еще Ньютон. Немало интересных открытий связано с именами рядовых тружеников астрономии. И если они не придают астрономии нового облика, то, ревностно служа ей, наоборот, в своей деятельности отражают тот или иной существенный этап в развитии этой науки в каждой данной стране.

Поэтому, отдавая должное корифеям, которым на страницах «Астрономического календаря» посвящались и посвящаются довольно обширные очерки, представляется целесообразным и раздел памятных дат календаря переводить на истинно календарный стиль, напоминая читателям в кратких справках и о более широком круге тружеников астрономии, о связи тех или иных отдельных существенных достижений с их именами.

В настоящем выпуске, помимо таких справок, приводится полный список ученых, вклад которых в астрономию был отражен в ряду памятных дат, начиная с выпуска на 1954 г. Вначале, как обычно, дадим общий обзор очередного календарного года.

В январе исполняется 100 лет со дня рождения американского астронома Д. ван Бисбрука (1880—1974), выдающегося наблюдателя. В марте — 125 лет со дня рождения другого знаменитого американского астронома-наблюдателя, имя которого неразрывно связано с исследованием Марса. Это — П. Ловелл (1855—1916). В июне отмечается 250 лет со дня рождения знаменитого французского астронома —«ловца комет» Ш. Мессье (1730—1817). В сентябре исполнится 375 лет со дня рождения «первого французского астронома-профессионала» И. Буллио (1605—1694). Список новых памятных дат заканчивается в декабре 75-летием со дня рождения одного из самых крупных современных американских астрофизиков Д. П. Койпера (1905—1973). Кроме того, в 1980 г. исполнится 275 лет со дня рождения первого русского астронома-профессионала А. Д. Красильникова (1705—1773). И поскольку точная дата рождения единственного отечественного юбиляра 1980 года, деятельность которого еще не отмечалась в Астрономическом Календаре, неизвестна, то с него и начинается обзор научного вклада перечисленных астрономов.

* * *

Андрей Дмитриевич Красильников был сыном петровского солдата. В его личной судьбе и научной деятельности отразилась целая эпоха в истории России, «поднятой на дыбы» Петром Великим, который привлек к новой интеллектуальной жизни выходцев из народа, — России, еще не поверившей в свои силы, не научившейся уважать своих собственных тружеников науки и рассчитывавшей в основном на помощь зарубежных ученых. В конце наиболее

полной биографии А. Д. Красильникова, написанной Н. И. Невской (Историко-астрономические исследования, вып. 3), с горечью узнаешь о печальной участи престарелого ученого. С подорванным здоровьем (за год до полной слепоты), он назначается в 1769 г. для наблюдений прохождения Венеры по диску Солнца (ввиду молчания приглашенного в Петербург немецкого астронома). Но с приездом последнего столь же бесцеремонно отстраняется с выдачей ему унизительной денежной подачки — 50 рублей «за усердие и бедность». В чем же выразилось это «усердие»?

А. Д. Красильников, проявивший незаурядные способности, замеченный еще в студенческие годы Академией наук, треть сознательной жизни отдал тяжелой службе полевого астронома-геодезиста. Как и все естествознание в России XVIII в., астрономия прежде всего была поставлена на службу удовлетворения практических, хозяйственных нужд государства и с самого начала неразрывно была связана с геодезией. А это означало многолетние экспедиции по освоению огромной страны. Целых тринадцать лет провел А. Д. Красильников в великой «Второй Камчатской» экспедиции (1733—1746), такой трудной, что многие участники ее умерли от лишений и болезней еще до ее окончания. После смерти в 1741. г начальника астрономических работ ими руководил Красильников. Но и по возвращении в Петербург жизнь Красильникова проходила в экспедициях — в Прибалтику (1750—1751), Москву (1753), — либо в подготовке к ним, хотя не все они осуществились. В Камчатской экспедиции, куда он уехал вместе с женой, родился и подрос его единственный сын. Сам Красильников, начав в 19 лет простым геодезистом, дослужился к 55 годам до «геодезии премьер-майора». В 1754 г. он был, наконец, отозван Академией наук, определен в Географический департамент и стал активным помощником М. В. Ломоносова. Красильников проводил на хорошем профессиональном уровне и собственно астрономические наблюдения, но делались они от случая к случаю и не оставили заметного следа (быть может, кроме опубликованных совместно с М. В. Ломоносовым наблюдений Венеры во время ее прохождения по диску Солнца в 1761 г.). А. Д. Красильников был и первым отечественным преподавателем астрономии в Академии наук, где сам он до конца жизни оставался в низшем звании адъюнкта. Он написал и представил первый русский астрономический учебник, который, хотя и был

одобрен, не только не был издан, но и вовсе потерялся в рукописи. От трудоемкой работы по составлению карт Красильников в конце жизни перешел к составлению астрономических календарей и последний из них составил в 1770 г., уже лишившись зрения.

Главной заслугой его стали астрономо-геодезические и картографические работы. Он оставил после себя многие десятки пунктов, координаты которых определил впервые (в том числе для 10 полностью и более чем для 30 — по широте) — от крайней западной точки России (мыс Дагер-Орт) до крайней из измеренных на востоке страны (Петропавловск-на-Камчатке). Даже в середине XIX в. три восточных пункта Российского государства (Большерецк, Киренск и Охотск) оставались определенными только А. Д. Красильниковым. Результаты А. Д. Красильникова вошли в первый «Атлас Российской империи» (1745).

Умер А. Д. Красильников 15 февраля 1773 г. У него было четыре однофамильца-геодезиста, трое из которых, возможно, были его родными братьями. Его правнук прославился на другом поприще — это был поэт А. А. Дельвиг.

* * *

Джордж ван Бисбрук родился 21 января 1880 г. в г. Генте (Бельгия). В его жизни и деятельности нашла отражение противоположная, современная тенденция — захвата сугубо научными проблемами астрономии специалистов из других областей естествознания, а в данном случае — из области сугубо практической: техники. Инженер-дорожник по образованию, законченному к 1902 г., Д. ван Бисбрук к 1908 г. переквалифицировался и, начиная с 1915 г. (после переезда в США), всю свою долгую жизнь занимался главным образом наблюдательной астрономией на крупных обсерваториях США. В Йеркской обсерватории при Чикагском университете он наблюдал на самом крупном тогда в мире 40-дюймовом рефракторе, а с 1963 г. работал на различных обсерваториях новой Лунно-планетной лаборатории Аризонского университета. На родине он еще в 900-е годы начал наблюдения в Брюссельской обсерватории, продолжив их затем в обсерватории г. Уккля. В США в течение многих десятков лет он был наиболее известным, виртуозным наблюдателем тесных визуально-двойных звезд. С его именем связано открытие особо слабых по светимости звезд в окрестностях Солнца. В 1944 г. он открыл самую

темную из всех известных звезд (по крайней мере до 1971 г.) — в 575 тыс. раз слабее Солнца. Это — звезда-спутник в широкой двойной системе BD + 4°4048, находящейся от нас на расстоянии 19 световых лет; она была названа именем ученого (второй случай в истории астрономии после «летящей звезды Барнарда»). На его счету — открытие двух новых комет (1925 VII и 1954 IV) и, что было порой труднее, — переоткрытие ряда возвращающихся, периодических комет. Д. ван. Бисбрук вычислял орбиты комет, он открыл одиннадцать новых астероидов (один из них — № 1781 назван именем ученого). Д. ван Бисбрук был членом нескольких астрономических обществ и имел научные награды от Академии наук США (1958) и Географического общества США (1952).

Помимо всего остального, он прославился редким активным долголетием. Точные микрометрические наблюдения Д. ван. Бисбрук продолжал в возрасте 85 лет. Окончательные орбиты двух комет он вычислил, когда ему было 90 лет. Умер Д. ван Бисбрук 23 февраля 1974 г. в г. Тусон (штат Аризона).

* * *

Персиваль Ловелл (правильнее: Лоуэлл) родился 13 марта 1855 г. в г. Бостоне (США). В астрономию он также пришел из сугубо практической области деятельности. Окончив в 1876 г. Гарвардский университет, где он изучал помимо физико-математических наук, классические языки и историю, Ловелл на долгое время сделался предпринимателем, путешествовал, жил в Японии, изучая восточные языки. Астрономия вызывала в нем интерес еще в юности. Но окончательно на это поприще он перешел в 38 лет, под воздействием сенсационных открытий на Марсе Дж. Скиапарелли («каналы», 1877 г.). П. Ловелл вошел в историю астрономии прежде всего как автор идеи существования разумной жизни на Марсе — так он интерпретировал открытие каналов. Он стал энтузиастом изучения Марса и за 1895—1912 гг. опубликовал на эту тему несколько широко известных книг, одна из которых — «Марс и жизнь на нем» была переведена на русский язык. И хотя несостоятельность этой идеи полностью доказана в результате космических полетов межпланетных лабораторий, она в свое время сыграла огромную стимулирующую роль в развитии планетной астрономии.

Готовясь к наблюдениям Марса во время великого противостояния в 1894 г., Ловелл построил на личные средства обсерваторию в г. Флагстафф в штате Аризона. Она стала крупнейшим центром планетных исследований в США и одним из самых крупных в мире. Помимо многочисленных наблюдений Марса, эта обсерватория внесла существенный вклад в астрономию своими пионерскими начинаниями в измерениях трудно доступных характеристик планет. На ней было произведено спектроскопическое определение периода вращения Урана (1912 г., П. Ловеллом и В. М. Слайфером), предприняты первые попытки определения температур планет (1921—1922 гг.). На этой обсерватории была открыта самая крайняя из известных, девятая планета Солнечной системы — Плутон. Заслуга П. Ловелла в ее открытии велика и общепризнана. Он еще в 1905 г. предсказал существование «занептунной» «планеты Икс» по возмущениям в движении Урана, неоднократно вычислял ее движение. Его окончательное вычисление ее орбиты (1915 г.), несмотря на недостаточные исходные данные (можно сказать, вопреки этому) удивительным образом, быть может случайно, но совпало с действительностью.

Ловелл не дожил до своего триумфа. Но в результате организованных им систематических поисков на его обсерватории 18 февраля 1930 г. сотрудник обсерватории (ныне старейший) К. В. Томбо после просмотра положений 2 млн. (!) звезд на пластинках, снятых в разное время, обнаружил планету на месте, близком к рассчитанному П. Ловеллом (открытие было обнародовано 13 марта 1930 г.). Между прочим, Ловеллу принадлежит одна важная «аксиома» эффективности обсерватории: главное — астроклимат, а потом уже величина телескопа. Научными наградами П. Ловелла были медаль им. Жансена от Французского астрономического общества (1904) и золотая медаль Мексиканского астрономического общества (1908). Умер П. Ловелл 13 *) ноября 1916 г.

* * *

Шарль Мессье родился 26 июня 1730 г. в г. Бадонвилье в Лотарингии (тогда входила в Священную Римскую империю и лишь спустя 36 лет стала северо-восточной провин-

---

*) По некоторым источникам — 12 ноября.

цией Франции). Судьба его определилась встречей с выдающимся астрономом Ж. Н. Делилем в Париже (1751 г.), куда он попал лишь с начальным образованием за плечами. Работая у Делиля чертежником и «протоколистом» наблюдений, Мессье заинтересовался астрономией и в дальнейшем приобрел славу одного из лучших наблюдателей. Первый успех был связан с поисками ожидавшейся в 1758—59 гг. кометой Галлея. Мессье обнаружил ее вторым, 21 января 1759 г. (после открывшего ее месяцем раньше Палича). Поиски и наблюдения комет стали главным делом жизни Мессье. Он наблюдал невооруженным глазом и с помощью небольших инструментов — 1-футового ньютоновского телескопчика (фокусное расстояние или длина трубы), 2-футовой «ночной трубы» (тип бинокля), а также с ахроматическими рефракторами в 3,5 и 5 футов. Обсерваторией для него служила башня старинного монастыря Клюни в Париже.

Мессье открыл 13 комет *) первым (с 1760 по 1798 г.), шесть независимо в числе первых (с 1759 по 1801 г.). Кроме того, он участвовал в наблюдениях 11 комет. Во время таких наблюдений он открыл, кстати, Крабовидную туманность **). Мессье не только первым «встречал» многие кометы, но и последним «провожал» многих из этих небесных «гостий» перед их исчезновением, как это было и с кометой 1802 г. Возможно, под влиянием Делиля, который был одним из ранних провозвестников астрофизических исследований, Мессье первым стал обстоятельно описывать размеры, яркость и изменения яркости ядра или головы кометы. (Интерес его к астрофизическим вопросам проявился, между прочим, и в его опытах над тепловым воздействием Солнца.) В отличие от случайных известных наблюдений комет в прежние времена (начиная с V в. до н. э.), с середины XVIII в. появились энтузиасты, которые стали вести нечто вроде «службы комет». И опять-таки первым среди них был Мессье. Недаром Людовик XV не без королевской высокомерности, но весьма метко назвал этого удачливого

*) В разных источниках называется различное их число. Эти и нижеследующие числовые сведения выведены из последнего сводного списка в кн.: Всехсвятский С. К. Физические характеристики комет. — М., 1958.

**) В некоторых источниках, например, в справочнике «Астрономы» (Киев, 1977), датой ее открытия названо 12 сентября, однако по книге Всехсвятского уже 28 августа Мессье сравнил с нею по яркости наблюдавшуюся в 1758 г. комету.

охотника за кометами «comet ferret» (буквально, «кометный хорек», т. е. «вынюхиватель» комет, а не просто «ловец»). Заслуги Мессье в этой области были оценены избранием его в члены Парижского Бюро Долгот и Парижской Академии наук (1770). Он был также иностранным членом Лондонского королевского общества (с 1774 г.), Петербургской (1776) и Берлинской академий наук.

Однако в современной астрономии имя Мессье чаще вспоминается в связи с другим его начинанием — составлением первого весьма полного списка особых, неподвижных туманных объектов тех же звездных величин, что и слабые, обычно бесхвостые кометы (до $6—9^m$), весьма сходных с кометами по виду. Целью было облегчить поиски комет. К тому же их оказалось удобным характеризовать в случае такого соседства на небе сравнением с этими подаренными самой природой вспомогательными «реперами» (как это и стали делать вслед за Мессье другие наблюдатели). Такой список, включавший 103 объекта (начиная с «Крабовидной» — М 1), из которых свыше 60 *) открыл сам Мессье, был опубликован впервые в 1771 г. и стал первым каталогом совершенно нового типа космических объектов — туманностей. Среди них, помимо истинных газовых туманностей (М 1) и далеких звездных галактических скоплений, находились далекие звездные системы — галактики. Многие из этих объектов сохранили названия по каталогу Мессье, как М 31 (туманность Андромеды) и др.

Мессье умер в Париже 11 (или 12 **)) апреля 1817 г., прожив почти 87 лет.

* * *

Исмаэль Буллио (известный также под латинизированным именем Буллиальд) родился в г. Лудене 28 сентября 1605 г. По каким-то причинам он порвал с семьей, перешел в католичество и в 25 лет получил сан священника. Он изучал право, но уклонился от предложенной должности чиновника городского магистрата. Буллио избрал путь «свободного» натуралиста, достиг путем самообразования редкой эрудиции в астрономии, математике и других науках и, не связанный государственной службой, жил в Париже при

---

*) По одним источникам — 61, по другим — 68.

**) В наиболее ответственных справочниках указаны как возможные обе даты.

меценатах — сначала в качестве секретаря у библиотекаря Дириу, а затем у президента (в дальнейшем посланника Франции во многих странах) де Ту. Последнее позволило Буллио совершать многочисленные и длительные путешествия в Голландию, Италию, Германию, Польшу, на Ближний Восток, где он пополнил свои знания. Буллио вел также переписку с виднейшими учеными и оставил эпистолярное наследство, занявшее почти три десятка томов. Он был в свое время широко известным естествоиспытателем, хотя и весьма своеобразным, судя по прямо противоположным оценкам современников и историков.

В историю науки Буллио вошел как один из предшественников Ньютона в формировании теории тяготения (в 1645 г. он утверждал существование притягивающей силы Солнца, но обратно пропорциональной самому расстоянию). В естествознании он начал с физических исследований, посвятив свое первое сочинение природе света (1638). Однако оставленные им шесть астрономических сочинений и работ, изданных в течение почти двух десятков лет (1639—1667), говорят о широте и устойчивости его астрономических интересов и занятий. (Видимо, это и позволило известному историку П. Таннери назвать Буллио «первым французским астрономом-профессионалом».) Существенное место среди них занимают работы по проблеме системы мира. В этот ранний период утверждения коперниковой теории, когда коперниканство и прогресс, а также «защита коперниканского учения» и «героизм» стали синонимами, Буллио по-своему боролся с геоцентризмом. Он пытался найти истину в учении пифагорейца Филолая (V в. до н. э.). Разъяснению и пропаганде этого учения Буллио посвятил три своих, по-видимому, главных сочинения (1639, 1645 и 1653 гг.). В круг занятий Буллио входило и традиционное предвычисление затмений (1652). В 1663 г. он сообщил о своем наблюдении кометы 1652 г. Но, пожалуй, особый интерес в свете современных проблем астрономии представляют некоторые его наблюдения и выводы в отношении звезд и туманностей (таких объектов с древности было известно несколько).

Буллио с полным основанием можно назвать пионером исследований переменных звезд. В 1667 г. он впервые измерил период изменений блеска первой открытой (в 1596 г.) переменной звезды — Миры в созвездии Кита, оценив его в 333 дня (современные данные — 331,5), и впервые указал, что причина изменения блеска связана с вращением звезды.

(Это было весьма логичной гипотезой в связи с незадолго перед тем открытым вращением Солнца.) До того переменность объяснялась порой весьма искусственно — чем-то вроде маятникообразного удаления и приближения звезды. И хотя в дальнейшем были открыты совсем иные механизмы переменности (механические и физические), объяснение Буллио также дождалось своего подтверждения — с открытием (в 70-е гг. XX в.) неправильных переменных быстро вращающихся горячих звезд типа γ Кассиопеи, переменность блеска которых связывается с выбрасыванием вещества из экваториальной зоны при быстром вращении звезды.

Буллио был первым, кто обратил внимание на изменения блеска «туманной звезды» (туманности Андромеды, которую он, судя по некоторым источникам, наблюдал с 1665 по 1680 гг.). В работе 1667 г. он отметил, что в 1664 г. она была очень яркой, а к 1666 г. сильно ослабела. Попытка связать это наблюдение с возможностью предыдущей вспышки в М 31, именно в 1664 г., сверхновой звезды, наблюдавшейся затем в 1885 г., отвергается современными исследователями, так как выводы Буллио относились ко всей туманности, что объясняется сейчас возможной сменой метеорологических условий наблюдения. Однако сама постановка задачи Буллио свидетельствует о необычном, прогрессивном взгляде его на природу Вселенной. В астрономии Буллио принадлежит также введение термина «эвекция» для второго лунного неравенства.

Близкими к астрономическим интересам были его математические исследования, посвященные коническим кривым и спиралям (1657 г.), и его шеститомный труд по арифметике бесконечного (1682 г.). Наконец, из интересных фактов следует отметить, что первый ртутный термометр также был сделан впервые Буллио в 1659 г., за 61 год до Фаренгейта (1720 г.).

Буллио работал до глубокой старости и лишь в 84 года удалился в манастырь Св. Виктора в Париже, где и умер 25 ноября 1694 г. *).

* * *

Джерард Петер Койпер родился в Нидерландах в г. Харенкарспеле 7 декабря 1905 г. Окончив Лейденский уни-

*) В некоторых источниках указаны 1696 и 1684 гг.

верситет (1927 г.), начал научную деятельность под руководством Э. Герцшпрунга в качестве помощника астронома на обсерватории университета. В 1933 г. получил степень доктора философии (равносильную степени кандидата физико-математических наук) и переехал в США (в 1937 г. принял американское подданство). Работал на крупнейших университетских обсерваториях США: Ликской (Калифорния, до 1935 г.), Йеркской (Вильямс Бей, штат



Джерард Петер Койпер (1905—1973).

Висконсин; директор в 1947—1949 гг.), на обсерватории Мак-Доналд (Форт Дэвис, штат Техас, 1957—1960 гг.).

В научной деятельности Койпера проявились характерные черты крупнейших научных лидеров нашего века. Это всесторонний, комплексный подход к решению фундаментальных проблем: опора на высочайшую технику; теснейшая взаимосвязь идей с общим техническим прогрессом (получившим название «научно-технической революции»); деловая инициатива в организации научных ис-

следований, вплоть до создания крупных научных центров и их объединений; и притом — стремительный «стрессовый» темп жизни и работы. В этом комплексе черт проявляется как бы современное выражение всеохватности древних натурфилософов и естественно-научного энциклопедизма XVIII в. Но теперь существенными условиями успеха на этом пути стали не только универсальные идеи как обобщение длительного общечеловеческого опыта, а те же универсальные идеи плюс высочайшая техническая оснащенность наблюдений и исследований, стимулирующая возникновение новых подходов к решению старых фундаментальных научных проблем.

Деятельность Койпера внешне (но только внешне) делится на два периода; «звездный» — до 40-х гг. — и «планетный». Действительно, до 40-х гг. его исследования были сосредоточены на двойных звездах и изучении астрофизических закономерностей в мире звезд. Наблюдая на крупнейших телескопах — 36-дюймовом рефракторе и 36-дюймовом крослеевском рефлекторе Ликской обсерватории, а затем на 40-дюймовом рефракторе Кларка (см. АК на 1979 г.) Йеркской обсерватории, Койпер открыл бесчисленное множество новых двойных систем, а среди них — много «белых карликов». Особенно многозначительным его научным результатом этого периода (опубликовано в 1938 г.) стал вывод о большом числе и, следовательно, существенной роли двойных систем в Галактике (по оценке Койпера, не менее 50% ближайших к нам звезд — двойные или кратные). Койперу принадлежат существенные открытия в астрофизическом и астрохимическом исследовании звезд — уточнение главной последовательности на диаграмме спектр—светимость Герцшпрунга—Рессела и, особенно, знаменитое построение аналогичной диаграммы для галактических звездных скоплений (1937); открытие водяного пара в атмосферах звезд поздних спектральных классов.

С 40-х гг., после некоторого перерыва в чисто научной деятельности, связанного с участием в исследованиях по правительственным заданиям в годы второй мировой войны, Койпер сосредоточился на астрофизических и «астрохимических» исследованиях планет, главным образом их атмосфер. Здесь он открыл не только научную целину, но и нашел, чем ее «вспахать», применив новую в астрономии инфракрасную наблюдательскую технику. Результатом было проникновение в область, остававшуюся прежде

недоступной из-за неуловимости или, напротив, непробиваемости планетных атмосфер при обычном оптическом их зондировании. Койпер открыл, что главной составной частью атмосферы Марса является углекислый газ; открыл водяные пары в атмосфере Венеры, а также распределение углекислого газа в ней; впервые в истории астрономии достоверно установил наличие атмосферы на спутнике планеты — на Титане (крупнейший спутник Сатурна). Но быть может, особенно многозначительным (в космогоническом отношении) было установление им того, что земная и марсианская атмосферы различаются не только плотностью, общим газовым составом, но и различным соотношением между двумя характерными изотопами углерода C^{13} и C^{14}. А это ведет уже в глубины космогонических и эволюционных процессов в планетной системе. Койпер впервые попытался прояснить «родословную» планетных атмосфер — и сделал совершенно неожиданный вывод, что атмосферы планет группы Юпитера и группы Земли различаются не только по признаку «первичности» (образование вместе с планетой) и «вторичности» (результат деятельности уже твердой планеты), но и определяются взаимодействием с ... «солнечным ветром». Этот последний термин, означающий новый научный астрофизический объект, также принадлежит Койперу. Койпер был в числе тех, кто придавал большое значение вулканической деятельности в эволюции планет и справедливо предсказал открытие следов такой деятельности на Марсе. (В отношении Венеры и крупных спутников Юпитера, например, Ио, подтвердились такие же предсказания советского астронома С. К. Всехсвятского.) Койпер стал по существу родоначальником новой ветви астрономии — геохимического исследования планет.

Что касается старой проблемы жизни на Марсе, то Койпер, работая вместе со старейшим наблюдателем этой планеты К. В. Томбо, хотя и допускал наличие живых форм на Марсе, но лишь в виде микроорганизмов.

По инициативе Койпера и под его руководством были проведены обширные коллективные работы, в том числе фотографический обзор всех астероидов (1949—1956 гг.), астрофизическое исследование которых только начинается и имеет большое космогоническое значение.

Но и «звездные», и «планетные» исследования Койпера преследовали одну, поставленную в начале его деятельности цель — выяснение главного вопроса астрономии — космо-

гонического. Койпера захватила проблема происхождения Солнечной системы. Убедившись в начале своей научной деятельности, что изучение только Солнечной системы не дает ответа на вопрос о ее рождении, Койпер вступил на путь современного «универсала», — когда изучаемая проблема рассматривается как элемент гораздо более широкой. К загадке возникновения Солнечной системы — звезды с семьей спутников — он начал подходить со стороны... исследования закономерностей в системах двойных звезд, изучая эволюцию звезд.

На этих широких путях научных наблюдений и размышлений Койпер сделал много новых важных открытий «по ходу дела». Вместе с О. Струве и Б. Стремгреном открыл сложное взаимодействие атмосфер близких компонентов в двойной системе ε Водолея (Койпер ввел и термин «контактные двойные»). В планетной системе он, будучи виртуозным наблюдателем (в юности видел звезды до 7^m,5 и слабее, сохранив почти такую же зоркость на всю жизнь), открыл два новых спутника у Урана и Нептуна — объекты на грани доступности — либо слишком близкие к планете (Миранда, 1948 г.), либо слишком далекие (Нереида, у Нептуна, 1949 г.). Открытия были сделаны с помощью 82-дюймового телескопа на обсерватории Мак-Доналд. С его помощью Койпер изучал также поверхность Луны.

Под руководством Койпера и при его непосредственном участии были составлены многотомные сборники, посвященные Солнечной системе, звездам и их системам, астрономическим инструментам.

С 1960 г. до конца жизни Койпер руководил созданной по его инициативе новой Лунно-планетной лабораторией при Аризонском университете в г. Тусон. Койпер возглавлял в должности «главного исследователя» научную программу по Луне и планетам американского центра космических исследований NASA, проводимую с помощью межпланетных и лунных лабораторий. Он участвовал в таких программах, как «Рейнджер», «Сервейор», «Аполлон» и др. Грандиозной и последней работой Койпера с его сотрудниками было составление четырех атласов Луны. Он был одним из пионеров изучения кратеров метеоритной природы на поверхности Луны, планет и Земли.

Койпер воспитал многих молодых астрономов и осуществлял широчайшие международные научные связи. Его ученики в качестве стажеров бывают и на советских астрономических обсерваториях.

Койпер был членом очень многих американских и зарубежных академий и научных обществ, имел высокие научные награды, в том числе золотую медаль им. Кеплера от Французского астрономического общества, медаль Жансена и медаль Риттенхауза от Национальной академии наук США. Умер Д. П. Койпер 24 декабря 1973 г. в г. Мехико Сити в полном расцвете творческих сил.

* * *

Кроме того, на 1980 г. приходятся памятные даты ряда ученых, вклад которых в науку уже освещался в прежних выпусках АК: 125 лет со дня смерти К. Ф. Гаусса (1777—1855, см. АК 1977); 400 лет со дня рождения В. Снеллиуса (1580—1626, АК 1976); 150 лет со дня смерти Я. Снядецкого (1756—1830, АК 1966), а также ряда отечественных астрономов: 125 лет со дня смерти В. К. Вишневского (1781—1855, АК 1955): 100 лет со дня смерти Д. М. Перевощикова (1788—1880, АК 1955) и Х. И. Петерса (1806—1880, АК 1956); 125 лет со дня смерти И. М. Симонова (1794—1855, АК 1955); 75 лет со дня смерти О. В. Струве (1819—1905, АК 1955); 125 лет со дня смерти В. Ф. Федорова (1802—1855, АК 1955); 125 лет со дня рождения Л. П. Цераской (1855—1931, АК 1956).

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

ученых, сведения о жизни и деятельности которых даны в статьях «Юбилеи отечественной и мировой астрономии» и «Памятные даты отечественной и мировой астрономии» в Переменной части Астрономического Календаря за 1954—1980 годы

Астроном	Годы жизни	Помещен в АК на
Адамс Д. К.	1819—1892	1969
Аргеландер Ф. В. А.	1799—1875	1974
Аррениус С.	1859—1927	1977
Бааде В.	1893—1960	1968
Баклунд О. А.	1846—1916	1966
Банахевич Т. А.	1882—1954	1959
Барнард Э. Э.	1857—1923	1973
Белопольский А. А.	1854—1934	1954, 1959
Белявский С. И.	1883—1953	1958
Бессель Ф. В.	1784—1846	1959
Бируни М.	973—1048	1973
Бисбрук Д. ван	1880—1974	1980
Блажко С. Н.	1870—1956	1970
Бонд В.	1789—1859	1959
Бошкович Р. И.	1711—1787	1961
Браге Т.	1546—1601	1971
Брадлей Дж.	1693—1762	1962
Бредихин Ф. А.	1831—1904	1979
Брукс В. Р.	1844—1921	1969
Бруно Д.	1548—1600	1973
Брюс Я. В.	1670—1735	1960
Буллио И.	1605—1694	1980
Ванини Дж. Ч.	1585—1619	1969
Вильев М. А.	1893—1919	1968
Витковский В. В.	1856—1924	1956
Витт Г.	1866—1946	1966
Вишневский В. К.	1781—1855	1955
Вольф Р.	1816—1893	1966
Востоков И. А.	1840—1896	1965
Галилей Г.	1564—1642	1964
Галлей Э.	1656—1742	1956
Гамов Дж.	1904—1968	1979
Ганзен П. А.	1795—1874	1970

Продолжение

Астроном	Годы жизни	Помещен в АК на
Ганский А. П.	1870—1908	1958
Гарриот Т.	1560—1621	1960
Гаррисон Д.	1693—1776	1976
Гассенди П.	1592—1655	1967
Гаусс К. Ф.	1777—1855	1977
Гевелий Я.	1611—1687	1961
Гедеонов Д. Д.	1854—1908	1979
Герасимович Б. П.	1889—1937	1964
Гершель В.	1738—1822	1963, 1972
Гершель Дж.	1792—1871	1971
Гершель К. Л.	1750—1848	1973
Глазенап С. П.	1848—1937	1962
Гук Р.	1635—1703	1978
Гулд Б. А.	1824—1896	1974
Гумбольдт А.	1769—1859	1959
Гусев М. М.	1826—1866	1976
Герцшпрунг Э.	1873—1967	1973
Гюйгенс Х.	1629—1695	1970
Даламбер Ж. Л.	1717—1783	1958
Дарвин Дж. Г.	1845—1912	1962
Деландр А.	1853—1948	1978
Делиль Ж. Н.	1688—1768	1968
Джинс Д. Х.	1877—1946	1977
Джонс Г. С.	1890—1960	1965
Донати Дж.	1826—1873	1973
Драшусов А. Н.	1816—1890	1965
Доплер Х.	1803—1853	1978
Дрейер Й. Л. Э.	1852—1926	1976
Дубяго Д. И.	1849—1918	1968
Евдокимов Н. Н.	1868—1941	1968
Жансен П. Ж.	1824—1907	1957
Жданов А. М.	1858—1914	1958
Иванов А. А.	1867—1939	1964
Идельсон Н. И.	1885—1951	1960
Иноходцев П. Б.	1742—1806	1956
Казаков С. А.	1873—1936	1961
Кант И.	1724—1804	1979

Астроном	Годы жизни	Помещен в АК на
Каптейн Я. К.	1851—1922	1972
Кассини Дж. Д.	1625—1712	1962
Кеплер И.	1571—1630	1971
Килер Дж. Э.	1857—1900	1975
Кларк А.	1804—1887	1979
Клейбер И. А.	1863—1892	1963
Клеро А. К.	1713—1765	1963
Кнорре К. Х.	1801—1883	1958
Ковальский М. А.	1821—1884	1959
Койпер Д.	1905—1973	1980
Коперник Н.	1473—1543	1973
Костинский С. К.	1867—1936	1961
Красильников А. Д.	1705—1773	1980
Красовский Ф. Н.	1878—1948	1973
Лагранж Ж. Л.	1736—1813	1961
Лакайль Н.	1713—1762	1962
Лаланд Ж. Ж.	1732—1807	1957
Ламберт И. Г.	1728—1777	1977
Лаплас П. С.	1749—1827	1974
Леверье У.	1811—1877	1961
Левицкий Г. В.	1852—1917	1967
Лексель А. И.	1740—1784	1959
Литтров И. И.	1781—1840	1956
Ловелл П.	1855—1916	1980
Локьер Н.	1836—1920	1961
Лундмарк К.	1889—1958	1964
Ляпунов А. М.	1857—1918	1957
Ляпунов М. В.	1820—1868	1970
Магницкий Л. Ф,	1669—1739	1969
Майер Т.	1723—1762	1962
Майкельсон А. А.	1852—1931	1977
Максутов Д. Д.	1896—1964	1971
Медлер И. Г.	1794—1874	1969
Мессье Ш.	1730—1817	1967, 1980
Милн Э. А.	1896—1950	1975
Морозов Н. А.	1854—1946	1971
Насирэддин—Туси	1201—1274	1974

Астроном	Годы жизни	Помещен в АК на
Неуймин Г. Н.	1886—1946	1961
Николай Кузанский	1401—1464	1964
Нумеров Б. В.	1891—1941	1966
Ньюком С.	1835—1909	1959
Ньютон И.	1643—1727	1977
Ольберс Г.	1758—1840	1958
Олькотт У. Т.	1873—1936	1973
Оппольцер Т.	1841—1886	1966
Парсонс В. (Росс)	1800—1867	1975
Перевощиков Д. М.	1788—1880	1955
Петерс Х. И.	1806—1880	1956
Пиацци Дж.	1746—1826	1971
Пикар Ж.	1620—1682	1970
Пикеринг Э. Ч.	1846—1919	1969
Пуанкаре А.	1854—1912	1962
Пурбах Г.	1423—1461	1961
Региомонтан (И. Мюллер)	1436—1476	1961
Ремер О.	1644—1710	1960
Рессел Г. Н.	1877—1957	1977
Румовский С. Я.	1734—1812	1959
Саблер Е. Е.	1810—1865	1960
Савич А. Н.	1811—1883	1958
Сведенборг Э.	1688—1772	1972
Секки А.	1818—1878	1968, 1978
Семенов Ф. А.	1794—1860	1960
Симонов И. М.	1794—1855	1955
Скиапарелли Дж.	1835—1910	1960
Снеллиус В.	1591—1626	1976
Снядецкий Я.	1756—1830	1956
Стремгрен С. Э.	1870—1947	1970
Струве В. Я.	1793—1864	1964

Астроном	Годы жизни	Помещен в АК на
Струве О. В.	1819—1905	1955
Струве О.	1897—1963	1972
Темпель Э. В.	1821—1889	1971
Тиссеран Ф. Ф.	1845—1896	1970
Тихов Г. А.	1875—1960	1976
Тремплер Р. Ю.	1886—1956	1961
Улугбек М. Т.	1394—1449	1974
Фай Э. О. Э.	1814—1902	1977
Федоренко И. И.	1827—1888	1963
Федоров В. Ф.	1802—1855	1955
Фламмарион К.	1842—1925	1967
Фогель Г. К.	1842—1907	1957
Фогель Р. Ф.	1859—1920	1959
Фонтенелль Б.	1657—1757	1957
Фраунгофер Й.	1787—1826	1976
Фуко Л.	1819—1868	1968
Хаббл Э.	1889—1953	1964
Хандриков М. Ф.	1837—1915	1962
Хеггинс В.	1824—1910	1960
Холл А.	1829—1907	1979
Хейл Г. Э.	1868—1938	1963
Цераская Л. П.	1855—1931	1956
Цераский В. К.	1849—1925	1974
Циммерман Н. В.	1890—1942	1965
Цингер Н. Я.	1842—1918	1968
Циолковский К. Э.	1857—1935	1957
Чемберлин Т. К.	1843—1928	1978
Шарлье В.	1862—1934	1962
Шаронов В. В.	1901—1964	1976
Шварцшильд К.	1873—1916	1973
Шидловский А. П.	1818—1892	1968

Продолжение

Астроном	Годы жизни	Помещен в АК на
Шлезингер Ф.	1871—1943	1971
Шмидт Б. В.	1879—1935	1979
Штернберг П. К.	1865—1920	1965
Шуберт Ф. И.	1758—1825	1958
Щербаков С. В.	1859—1932	1957
Эддингтон А. С.	1882—1944	1957
Эйлер Л.	1707—1783	1957
Эйнштейн А.	1879—1955	1979
Энгельгардт В. П.	1828—1915	1965
Энке И.	1791—1865	1965
Эпинус Ф. У. Т.	1724—1802	1974

ЛИТЕРАТУРА АСТРОНОМА-ЛЮБИТЕЛЯ В 1978 г.

Н. Б. Лаврова

В настоящем выпуске нашей библиографии, как и в предыдущих, указаны книги и статьи, которые могут быть пособием в работе любителя астрономии или дать ему возможность быть в курсе современных достижений науки.

Более полную и оперативную информацию о новой литературе можно получить, систематически просматривая реферативные журналы ВИНИТИ «Астрономия» и «Исследование космического пространства», а также издания Всесоюзной книжной палаты «Книжное обозрение», «Книжную летопись» и «Летопись журнальных статей».

Необходимым для любителя астрономии журналом является «Земля и Вселенная», в каждом номере которого помещаются обзорные статьи по актуальным вопросам астрономии, сообщения о новейших исследованиях, рекомендации для астрономов-любителей. Предполагая, что наши читатели регулярно следят за этим журналом, мы не указываем статей из него в нашей библиографии.

Поток литературы растет, и труднее становится отобрать ту, которая интересна нашему читателю. Составитель с благодарностью примет замечания и рекомендации на этот счет, так же как и все пожелания относительно ведения данного библиографического указателя.

КНИГИ И СТАТЬИ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ

Аллен К. У. Астрофизические величины: Пер. с англ./Под ред. Д. Я. Мартынова. — Перераб. и доп. изд. — М.: Мир, 1977. — 446 с. — 3 р. 60 к.

Справочник, в котором собраны численные значения физических величин, используемых в астрономии, физике, геофизике. Настоящее издание отражает численные значения величин по состоянию на 1972 г. В приложении дается краткий обзор системы астрономических постоянных Международного астрономического союза.

Бакулин П. И., Блинов Н. С. Служба точного времени. — 2-е изд., перераб. — М.: Наука, 1977. — 352 с. — 2 р. 20 к.

Книга содержит систематическое изложение современных основ теории и практики определения времени.

Грушинский Н. П., Грушинский А. Н. В мире сил тяготения. — 2-е изд., доп. — М.: Недра, 1978. — 175 с. — 30 к.

Научно-популярная книга. Состоит из следующих глав: всемирное тяготение, притяжение и сила тяжести, способы измерения силы тяжести, фигура Земли, гравитационное поле Луны и планет, внутреннее строение Земли, гравитационная разведка.

Завельский Ф. С. Время и его измерение: От биллионных долей секунды до миллиардов лет. — 4-е изд., перераб. — М.: Наука, 1977. — 287 с. — 50 к.

Зигель Ф. Ю. Астрономы наблюдают. — М.: Наука, 1977. — 192 с. — 40 к.

Популярная книга, посвященная истории астрономических инструментов.

Ильевский И. Д. Сферическая астрономия. — Киев: Вища школа, 1978. — 88 с. — 15 к.

ПОСОБИЕ ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ ШКОЛ

Кириллов-Угрюмов В. Г., Галпер А. М., Лучков Б. И. Гамма-астрономия: окно в мир высоких энергий. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

Левитан Е. П. Астрофизика — школьникам: Пособие для учащихся. — М.: Просвещение, 1977. — 112 с., 16 л. илл. — 40 к.

Наука и человечество: Доступно и точно о главном в мировой науке. Международной ежегодник. — М.: Знание, 1978. — 400 с. — 3 р. 60 к.

Популярное издание. Среди статей: *В. И. Севастьянов* «Научный поиск «Салюта-4», *В. А. Крат* «Новые представления о фотосфере Солнца», *X. Альвен* «Является ли Вселенная зарядово-симметричной?». В разделе «Летопись науки» читателя информируют о важнейших событиях в области астрономии и космических исследований 1976 г.

Товмасян Г. М. Бюраканская обсерватория. — Ереван: Изд-во АН Арм. ССР, 1977. — 46 с. — 80 к.

Хей Дж. С. Радиовселенная/Пер. с англ. Б. Н. Пановкина. — М.: Мир, 1978. — 283 с. — 1 р. 70 к.

Популярная книга, посвященная радиоастрономии — ее методам и инструментам, достижениям и нерешенным проблемам.

Современные проблемы астрофизики: Сб. статей. Пер. с англ. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

Содержание: *Л. Тримбл* «Место человека во Вселенной (космологические аспекты)», *Р. Волд* «Рождение частиц вблизи черных дыр», *Д. Мюльнер* «Спектр и изотропия субмиллиметрового фонового излучения».

Галпер А. М., Кириллов-Угрюмов В. Г., Лучков Б. И. Картина неба в гамма-лучах. — Природа, 1977, № 12, с. 20—31.

Гинзбург В. Л., Дорман И. В. Природа и происхождение космических лучей: история и современность. — Природа, 1978, № 4, с. 10—29.

Никитин С. А. Советско-французское сотрудничество в области гамма-астрономии. — Природа, 1977, № 12, с. 32—39.

Рудницкий Г. М. Радиоастрономия. — Физика в школе, 1978, № 3, с. 77—82; № 5, с. 87—93.

Шкловский И. С. Физика плазмы и астрономия. — Природа, 1978, № 5, с. 26—33.

ПОСОБИЯ ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЕЙ АСТРОНОМИИ

Максимачев Б. А., Комаров В. Н. В звездных лабиринтах: Ориентирование по небу. — М.: Наука, 1978. — 199 с. — 50 к.

В книге даются указания, как находить созвездия, и методы ориентирования по небесным светилам.

Михайлов А. А. Атлас звездного неба: Четыре карты звездного неба до 50° южного склонения, содержащие все звезды до $5^1/_2$ величины. — 4-е изд., перераб. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1978. — 12 с., 4 л. карт. — 35 к.

Школьный астрономический календарь на 1978/79 уч. год. — Вып. 29. — М.: Просвещение, 1978. — 103 с., 1 л. вкл. — 15 к.

Яхно Г. С. Наблюдения и практические работы по астрономии в средней школе: Пособие для учителей. — Изд. 2-е, перераб. — М.: Просвещение, 1978. — 64 с. — 10 к.

СОЛНЦЕ И СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

Дагаев М. М. Солнечные и лунные затмения. — М.: Наука, 1977. — 207 с. — 35 к.

Гослинг Дж., Хундхаузен А. Волны в солнечном ветре. — Успехи физ. наук, 1978, т. 124, вып. 4, с. 685—696.

Перевод статьи из журнала «Scientific American».

Сворень Р. Пробиться к центру Солнца. — Наука и жизнь, 1977, № 7, с. 27—32.

Статья об исследовании Солнца в обсерваториях СССР.

Сыроватский С. Вспышки на Солнце. — Наука и жизнь, 1978, № 11, с. 33—38.

Эдди Дж. История об исчезнувших солнечных пятнах. — Успехи физ. наук, 1978, т. 125, вып. 2, с. 315—329.

Перевод статьи из «Scientific American».

Крупенио Н. Н. Радиоисследования планет с космических аппаратов. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

В брошюре рассказывается о методах радиофизических измерений с помощью приборов, установленных на космических аппаратах, и результатах исследований Луны и планет. Об этом же более подробно рассказывается в книге:

Крупенио Н. Н. Радиофизические исследования планет. — М.: Наука, 1978. — 183 с. — 65 к.

Ксанфомалити Л. В. Планеты, открытые заново. — М.: Наука, 1977. — 152 с. — 80 к.

Рябов Ю. А. Движения небесных тел. — 3-е изд., перераб. — М.: Наука, 1977. — 208 с. — 35 к.

Викторов С. В., Чесноков В. И. Химия лунного грунта. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

Минц Р. И., Петухова Т. М. Металлография лунного железа. — Природа, 1977, № 10, с. 66—76.

Галкин И. Н. Геофизика Луны. — М.: Наука, 1978. — 176 с. — 60 к.

Популярная книга. Автор рассказывает о результатах изучения Луны с помощью космических аппаратов: об исследовании структуры лунных недр, лунной сейсмики; излагаются современные представления о происхождении Луны и ее эволюции.

Урусов В. С. Мельчайшие частицы в лунном реголите. — Природа, 1978, № 5, с. 95—99.

Шевченко В. В. Атмосфера Луны. — Вестн. АН СССР, 1978, № 7, с. 70—75.

Давыдов В. Д. Современные представления о Марсе. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

Популярная брошюра, в которой приводятся современные представления об атмосфере, поверхности и спутниках Марса, основанные на результатах исследования планеты с помощью американских станций «Викинг».

Кондратьев К. Я. «Викинги» на Марсе. — Л.: Гидрометеоиздат, 1977. — 67 с. — 65 к.

Кац Я. Г., Козлов В. В., Кузнецов Ю. Я. Сулиди-Кондратьев Е. Д. Тектоника и вулканизм Марса. — Природа, 1978, № 10, с. 27—39.

Кондратьев К. Я. Планеты Солнечной системы: Марс. — М.. 1977. — 187 с.; Библиогр. 424 назв. (Итоги науки и техники. Исследование космического пространства. — т. 10/ВИНИТИ). — 1 р.

Обзорная статья, посвященная современному состоянию наших знаний о Марсе.

Мороз В. И. Физика планеты Марс. — М.: Наука, 1978. — 351 с. — 2 р. 70 к.

Монография, в которой обобщены результаты всесторонних наземных и космических исследований Марса.

Кондратьев К. Я. Погода и климат на Юпитере. — Астрон. вестн., 1978, т. 12, № 3, с. 129—142.

Юпитер: Происхождение и внутреннее строение. Спутники/Под ред. Т. Герелса; Пер. с англ. под ред. В. Н. Жаркова. — М.: Мир, 1978. — 52 с. — 4 р. 60 к.

Первый том коллективной монографии о Юпитере.

Андриенко Д. А. Кометы в Солнечной системе и Галактике. — Киев: о-во «Знание» УССР, 1978. — 21 с. — 3 к.

Вронский Б. Тропой Кулика: Повесть о Тунгусском метеорите. — 2-е изд., доп. — М.: Мысль, 1977. — 222 с. — 1 р.

Скрынник Г. В. Метеоритные кратеры на Земле. — Астрон. вестн., 1977, т. 11, № 4, с. 198—208.

Фесенков В. Г. Избранные труды: Метеориты и метеорное вещество. — М.: Наука, 1978. — 250 с. — 2 р.

В книгу вошли произведения акад. В. Г. Фесенкова о Тунгусском и Сихотэ-Алинском метеоритах и метеорных телах в атмосфере Земли.

Бабаджанов П. Космические странники. — Наука и жизнь, 1977, № 8, с. 54—62.

Статья о метеорах.

Разоренов Л., Тиндо И. Радиационные аномалии в околоземном пространстве. — Наука и жизнь, 1977, № 6, с. 50—55.

ЗВЕЗДЫ И ЗВЕЗДНЫЕ СИСТЕМЫ

Бок Б., Бок П. Млечный Путь: Пер. с англ./Под ред. Ю. Н. Ефремова. — М.: Мир, 1978. — 296 с. — 2 р. 70 к.

Новое переработанное издание известной популярной книги о нашей Галактике.

Вилебинский Р. Радиоастрономические исследования галактик. — Природа, 1978, № 4, с. 101—111.

Воронцов-Вельяминов Б. А. Внегалактическая астрономия: Учебник для университетов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.; Наука, 1978. — 479 с. — 1 р. 40 к.

Ефремов Ю. Н. Вселенная звезд и галактик. — М.: о-во «Знание» РСФСР, 1977. — 45 с. — 7 к.

Зонн В. Галактики и квазары: Пер. с польск./С послесловием П. Г. Куликовского. — М.; Мир, 1978. — 247 с. — 90 к.

Содержание: галактики, радиогалактики, красные смещения галактик, пространственное распределение галактик, квазары, современные космологические теории.

Идлис Г. М. Современная революция в космологии: Полное преодоление космологического геоцентризма. — Природа, 1978, № 4, с. 74—81.

Лайтман А. П., Сюняев Р. А., Шакура Н. И., Шапиро С. Л., Эрдли Д. М. Современное состояние данных о Лебеде Х-1. — Успехи физ. наук, 1978, т. 126, вып. 3, с. 515—526.

Колотилов Е. А. Протозвездная эволюция. — Природа, 1978, № 9, с. 102—109.

Куликовский П. Г. Звездная астрономия: Учебник для университетов. — М.: Наука, 1978. — 255 с. — 90 к.

Озерной Л. М. Происхождение и жизнь галактик. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

Шкловский И. С. Звезды: их рождение, жизнь и смерть. — 2-е изд. — М., Наука, 1977. — 384 с. — 1 р. 40 к.

Чаругин В. М. Диффузный гамма- и рентгеновский фон Вселенной.— М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Василевская Э. Г. Правовой статус природных ресурсов Луны и планет: Проблемы и суждения. — М.: Наука, 1978. — 143 с. — 80 к.

Гольдовский Д. Ю. Космические программы западноевропейских стран: По материалам зарубежной печати. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

Освоение космического пространства в СССР: 1976. По материалам печати/Сост. М. И. Штерн. — М.: Наука, 1978. — 262 с. — 2 р. 70 к.

Освоение космического пространства в СССР: 1977. По материалам печати / Сост. М. И. Штерн. — М.: Наука, 1978. — 262 с. — 2 р. 80 к.

Современные достижения космонавтики: Сб. статей. — М.: Знание, 1978. — 64 с. — 11 к.

Содержание сборника: *В. А. Иванов* «Космический марафон», *К. П. Феоктистов* «Орбитальная станция «Салют-6», *В. И. Чесноков* «Исследование Меркурия и околосолнечного пространства».

Успехи Советского Союза в исследовании космического пространства: Второе космическое десятилетие. 1967—1977. — М.: Наука, 1978. — 732 с. — 6 р. 70 к.

Сборник статей. Материал разбит на восемь разделов: 1. Исследование Земли из космоса, 2. Исследование околоземного пространства, 3. Исследования Солнца, 4. Исследования планет, 5. Исследования космических лучей, 6. Исследования в области внеатмосферной астрономии, 7. Исследования в области космической биологии и медицины, 8. Международное сотрудничество.

ИСТОРИЯ АСТРОНОМИИ

Гевелий Я. Атлас звездного неба. — 3-е изд., доп. / Ред. и вступ. статья В. П. Щеглова. — Ташкент: Фан, 1978. — L с., 67 л. карт. — 4 р. 30 к.

Александр Игнатьевич Лебединский: 1913—1967. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1977. — 52 с. — 40 к.

Биография выдающегося советского астрофизика А. И. Лебединского, написанная коллективом авторов, и список его трудов.

Мельников О. А. Астрофизические исследования М. В. Ломоносова. — В кн.: Ломоносов: Сб. статей и материалов. VII. — Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1977, с. 63—102.

АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ НА 1980 г.

М., 1979 г., 352 стр. с илл.

Редактор *И. Е. Рахлин*

Техн. редактор *И. Ш. Аксельрод*

Корректоры *Е. А. Белицкая, Л. С. Сомова*

ИБ № 11446

Сдано в набор 02.03.79. Подписано к печати 02.07.79. Т-13120. Формат 84×108 1/32. Бумага машиномелованная. Литературная гарнитура. Высокая печать. Условн. печ. л. 18,48. Уч.-изд. л. 21,03. Тираж 75 000 экз. Заказ № 516. Цена книги 80 коп.

Издательство «Наука»
Главная редакция
физико-математической литературы
117071, Москва, В-71, Ленинский проспект,15

Ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Ленинградское производственно-техническое объединение «Печатный Двор» имени А. М. Горького «Союзполиграфпрома» при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 197136, Ленинград, П-136, Гатчинская, 26

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ
117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»
ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
ЛИТЕРАТУРЫ
117071, Москва, В-71, Ленинский проспект, 15

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ В 1980 ГОДУ:

Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки о Вселенной. — 8-е изд., перераб.

Климишин И. А. Астрономия наших дней. — 2-е изд., перераб. и доп.

Левантовский В. И. Механика космического полета в элементарном изложении. — 3-е изд., испр. и доп.

Солнечное затмение 31 июля 1981 г. и его наблюдение / Под ред. акад. А. А. Михайлова.

Шкловский И. С. Вселенная, жизнь, разум. — 5-е изд., перераб. и доп.

Цесевич В. П. Переменные звезды и их наблюдение («Библиотека любителя астрономии»).

Чурюмов К. И. Кометы и их наблюдения («Библиотека любителя астрономии»).

Заказы на печатающиеся книги принимаются магазинами Книготорга, Центрокоопкниги и Академкниги.

80 к.

1980 * АСТРОНОМИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ